



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2003-0075573
Application Number

출원년월일 : 2003년 10월 28일
Date of Application OCT 28, 2003

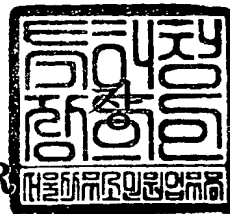
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2004 년 02 월 23 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0018
【제출일자】	2003.10.28
【국제특허분류】	B08B
【발명의 명칭】	전자 소자 기판의 표면 처리 장치 및 이를 이용한 표면 처리 방법
【발명의 영문명칭】	Electronic device substrate surface treating apparatus and surface treating method using the same
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	정상빈
【대리인코드】	9-1998-000541-1
【포괄위임등록번호】	2003-003437-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박기환
【성명의 영문표기】	PARK, Ki Hwan
【주민등록번호】	711014-1536726
【우편번호】	442-764
【주소】	경기도 수원시 팔달구 인계동 319-6번지
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송종국
【성명의 영문표기】	SONG, Jong Kook
【주민등록번호】	661220-1912941

【우편번호】 440-824
【주소】 경기도 수원시 장안구 율전동 419번지 삼성아파트 204-1702
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 조모현
【성명의 영문표기】 CH0,Mo Hyun
【주민등록번호】 690726-1654419
【우편번호】 442-727
【주소】 경기도 수원시 팔달구 영통동 신나무실 주공아파트 506동 1401호
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 조성호
【성명의 영문표기】 J0,Sung Ho
【주민등록번호】 701018-1852411
【우편번호】 445-974
【주소】 경기도 화성군 태안읍 병점리 한신아파트 106동 903호
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 이선재
【성명의 영문표기】 LEE,Sun Jae
【주민등록번호】 760421-1156421
【우편번호】 442-813
【주소】 경기도 수원시 팔달구 영통동 985-8 206호
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 임평호
【성명의 영문표기】 LIM,Pyoungho
【주민등록번호】 790619-1912416
【우편번호】 447-140
【주소】 경기도 오산시 권동 대우아파트 113-802
【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】

조동욱

【성명의 영문표기】

CH0,Dong Wook

【주민등록번호】

780406-1676917

【우편번호】

701-160

【주소】

대구광역시 동구 둔산동 148-1

【국적】

KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인

이영필 (인) 대리인

정상빈 (인)

【수수료】

【기본출원료】

20 면 29,000 원

【가산출원료】

35 면 35,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

47 항 1,613,000 원

【합계】

1,677,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명에 따른 장치는 피건조 기판의 표면을 처리하기 위한 공정 챔버, 공정 챔버로 건조 증기의 유체 흐름이 가능하도록 커플링된 건조 증기 생성 챔버, 건조 증기 생성 챔버에 커플링되어 상기 건조 증기 생성 챔버로부터 상기 공정 챔버로 상기 건조 증기의 유체 흐름이 일어나도록 하는 캐리어 가스 라인, 상기 공정 챔버로 유체 흐름이 가능하도록 커플링되고 상기 캐리어 가스 라인과 독립적으로 유량이 조절되는 불활성 가스 라인을 포함하여 결함이 발생하지 않는 표면 처리 방법을 실시할 수 있다.

【대표도】

도 5

【색인어】

세정, 건조, IPA, DIW, 젤성 결함, 파티클

【명세서】**【발명의 명칭】**

전자 소자 기판의 표면 처리 장치 및 이를 이용한 표면 처리 방법{Electronic device substrate surface treating apparatus and surface treating method using the same}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 표면 처리(세정 및 건조) 장치의 블록도이다.

도 2a 및 도 2b는 도 1의 공정 챔버 유니트의 단면도이고, 도 2c는 공정 챔버 유니트의 상면도이다.

도 3은 도 1의 화학 용액 및 린스액 공급 유니트의 개략도이다.

도 4는 도 1의 드레인 유니트의 개략도이다.

도 5는 도 1의 건조증기생성 및 건조 증기(가스) 공급 유니트의 개략도이다.

도 6은 도 1의 배기 유니트의 개략도이다.

도 7a 내지 도 7c는 본 발명의 제1 실시예에 따른 세정 및 건조 장치의 예시적인 사시도들이고, 도 7d는 장치 후면의 평면도이다.

도 8 및 도 9는 각각 본 발명의 제1 실시예에 따른 장치를 사용하는 세정 및 건조 방법의 순서도 및 타이밍도이다.

도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 세정 및 건조 장치의 개략도이다.

도 11은 제1 N₂ 가스와 제2 N₂ 가스의 유량과 파티클 발생의 관계를 도시하는 그래프이다.

도 12는 제1 N₂ 가스 유량과 제2 N₂ 가스 유량의 관계를 도시하는 그래프이다.

도 13은 드레인 시간과 파티클 발생의 관계를 도시하는 그래프이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <13> 본 발명은 전자 소자의 표면 처리(세정 및 건조) 장치에 관한 것으로, 특히 세정 및 건조 결함이 발생하지 않는 장치 및 이를 이용한 표면 처리 방법에 관한 것이다.
- <14> 전자 소자를 완성하기 위해서는 화학적 또는 물리적 증착 공정, 포토리소그래피 공정, 식각 공정 및 화학기계적 폴리싱 공정 등 다수의 제조 공정을 거치게 되며, 이들 공정 중에 발생하는 불순물들을 미세전자소자 기판 표면으로부터 제거하기 위해서는 세정 및 건조 공정이 필수적으로 진행된다. 세정 공정은 통상적으로 불순물의 제거에 적합한 화학 용액을 사용하는 화학 용액 처리 공정과, 화학 용액 처리된 기판을 DIW(DeIonized Water) 등의 린스액으로 처리하는 린스 공정을 포함하며 건조 공정은 린스 처리된 기판을 완전히 건조하는 단계를 포함한다.
- <15> 이들 세정 및 건조 공정을 실시하기 위한 장치는 매우 다양하다. 일본 특허 공개 평 10-154687호에는 화학 용액 처리 및 린스 공정은 하부 챔버에서 실시하고 건조공정은 하부 챔버와 개폐 장치로 격리되어 있는 상부 챔버에서 실시하는 장치가 개시되어 있다. 미국 특허 제6,328,809호에는 하나의 챔버에서 화학 용액 처리, 린스 및 건조 공정들을 모두 실시하는 장치가 개시되어 있다. 또, 미국특허 제4,722,752호, 제4,911,761호, 제5,571,337호, 제

5,634,978호 및 제6,533,872호에는 마란고니 효과를 이용하여 세정 및 건조 공정들을 실시하는 장치가 개시되어 있다.

<16> 그런데, 일본 특허 공개 평10-154687호에 개시되어 있는 장치는 이소프로필알코올(IPA)이 담겨있는 IPA 탱크를 질소 가스(N_2)로 가압한 후 히터를 통과하도록 하여 IPA 증기를 공정 챔버로 공급하는 건조 증기 공급 유닛을 포함하고, 미국 특허 제6,328,809호에 개시되어 있는 장치는 히터를 통과한 고온의 N_2 를 히터를 구비하는 IPA 챔버로 공급하여 IPA 증기를 공정 챔버로 공급하는 건조 증기 공급 유닛을 포함한다. 그러나, 이와 같은 건조 증기 공급 유닛을 사용할 경우, IPA 증기의 공급량이 캐리어 가스인 N_2 의 공급량에 직접적으로 의존하므로 IPA 증기의 양을 소정 농도 이하로 낮추기가 어렵다. 또, 건조 증기의 응축을 방지하기 위하여 히터의 온도를 높이면 IPA 증기 공급량이 증가한다. 따라서, IPA의 탄소에 기인한 다량의 흐름성 또는 겔성(gel) 결함 및 파티클이 발생한다.

<17> 한편, 미국 특허 제4,911,761호 및 제5,571,337호에 개시되어 있는 마란고니 효과를 이용한 장치의 경우에도, IPA 증기의 공급량이 N_2 의 공급량에 직접적으로 의존하므로 IPA 증기의 양을 소정 농도 이하로 낮추기가 어렵다. 그리고, 탈이온수의 배수 또는 웨이퍼의 리프팅 속도를 매우 엄격하게 조절하여야 하며, 그렇지 못할 경우에는 웨이퍼 상에 물반점 등의 결함이 발생할 뿐만 아니라, 웨이퍼와 가이드의 접촉점에 물반점 등의 결함이 다량 발생하는 문제점이 있다. 또, 종래의 마란고니 효과를 이용한 장치는 린스 및 건조 공정을 동시에 실시할 수는 있으나, 화학 용액 처리 공정까지 같이 실시하기에는 적합하지 않다는 단점이 있다. 따라서, 화학 용액 처리 장치로부터 마란고니 장치로 이송시키는 과정에서 기판 표면이 공기중에 노출되어 결함이 발생하게 된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <18> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 무결함의 표면 처리 공정(세정 및 건조)이 가능한 장치를 제공하고자 하는 것이다.
- <19> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 화학 용액 처리 공정, 린스 공정 및 건조 공정을 함께 실시할 수 있는 장치를 제공하고자 하는 것이다.
- <20> 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는 무결함의 표면 처리(세정 및 건조) 방법을 제공하고자 하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

- <21> 상기 기술적 과제들을 달성하기 위한 본 발명의 실시예들에 따른 장치는 공정 챔버, 건조 증기 생성 챔버, 캐리어 가스 라인 및 불활성 가스 라인을 포함한다.
- <22> 공정 챔버는 피건조 전자 소자 기판의 표면을 처리하기 위한 챔버이다. 건조 증기 생성 챔버는 공정 챔버로 건조 증기의 유체 흐름이 가능하도록 커플링된다. 캐리어 가스 라인은 건조 증기 생성 챔버에 커플링되어 건조 증기 생성 챔버로부터 공정 챔버로 건조 증기의 유체 흐름이 일어나도록 한다. 불활성 가스 라인은 공정 챔버로 유체 흐름이 가능하도록 커플링되고 캐리어 가스 라인과 독립적으로 유량이 조절된다.
- <23> 상기 또 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 방법은 (a) 피건조 전자 소자 기판을 표면 처리 장치의 공정 챔버 내에 로딩하는 단계 및 (b) 제1 유량의 캐리어 가스에 의해 상기 표면 처리 장치의 건조 증기 생성 챔버로부터 상기 공정 챔버 내로 제1 농도의 건조 증기를 이송하고 제2 유량의 불활성 가스를 상기 공정 챔버 내에 공급하여 상기 제1 유량과 제2 유량의 비에 의해 결정되는 제2 농도의 건조 증기가 상기 공정 챔버 내로 공급되도록 하여 상기

제2 농도의 건조 증기가 응축하여 상기 피건조 기판 표면에 잔류하는 유체의 표면 장력을 감소시켜 상기 잔류하는 유체가 상기 피건조 기판의 표면으로부터 분리되도록 하는 단계를 포함한다.

<24> 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

<25> 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

<26> 이하 본 발명의 실시예들에 따른 전자 소자 기판의 표면 처리(세정 및 건조) 장치는 화학 용액 처리(C), 린스(R) 및 건조(D) 공정을 함께 실시하는 CRD 장치 또는 린스(R) 및 건조(D) 공정만을 실시하는 RD 장치 등으로 다양하게 변형하여 사용 가능하다. 또, 본 발명의 실시예들에 따른 장치를 구성하는 건조 증기 생성 및 공급 유닛은 유량 및/또는 온도가 각각 개별적으로 조절되는 건조 증기 이송용 라인과 건조 증기 농도 조절용 라인을 구비함으로써 공급되는 건조 증기의 농도 및/또는 온도를 용이하게 조절할 수 있을 것이다. 또, 드레인 유닛은 급속 드레인이 가능하여 물반점 등의 결함이 발생하는 것을 방지할 것이다. 배기 유닛은 건조 공정 중에 효과적인 배기가 가능하여 흐름성 또는 젤성 결함 및 파티클이 발생하는 것을 방지할 것이다. 또, 화학 용액 및 린스제 주입 유닛은 균일한 표면 처리가 가능하도록 할 것이다.

<27> 본 발명에 따른 장치를 적용할 수 있는 기판은 전자 소자의 기판이다. 전자 소자는 고집적 반도체 메모리 소자, 프로세서, MEM's(Micro Electro Mechanical) 소자, 광전자(optoelectronic) 소자, 디스플레이 소자(display device) 등을 포함한다. 따라서, 실리콘 기판, SOI(Silicon On Insulator) 기판, 갈륨 비소 기판, 실리콘 게르마늄 기판, 세라믹 기판, 석영 기판, 또는 디스플레이용 유리 기판 등이 본 발명에 따른 장치에 의해 표면 처리될 수 있으나, 이는 예시적인 것에 불과하다.

<28> 본 발명에서는 화학 용액, 린스액, 건조 증기, 퍼지 및/또는 캐리어 가스, 건조 가스 등을 모두 포괄하는 용어로 "유체"라는 용어를 사용한다. 그리고, (유체) 라인이란 화학 용액, 린스액, 건조 증기, 건조 가스 등의 유체가 흘러 이동할 수 있도록 하는 다양한 구조물들을 모두 지칭하는 용어로 사용한다. 또, 밸브는 각 라인의 유체 흐름을 조절하는 밸브를 지칭하는 용어로 사용한다. 밸브로는 다양한 형태의 온/오프 조절 밸브가 사용가능하다. 이하 실시예들에서는 에어(air) 밸브를 예시적으로 사용한다.

<29> 이하 본 발명의 실시예들에서는 설명의 편의를 위하여 화학 용액으로 DIW에 희석된 HF 용액(이하 DHF)을, 린스액으로 DIW를, 건조 증기로 IPA(이소프로필알코올) 증기를, 퍼지 가스, 캐리어 가스 및/또는 건조 가스로 사용되는 불활성 가스로 N_2 가스를, 그리고 전자 소자 기판으로는 트랜지스터 등의 다수의 능동 소자와 커패시터 등의 다수의 수동 소자가 형성되는 반도체 웨이퍼를 예로 들어 설명한다.

<30> <제1 실시예>

<31> 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 세정 및 건조 장치의 블록도이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 장치(1)는 공정 챔버 유니트(2), 화학 용액 및 린스액

공급 유니트(3), 드레인 유니트(4), 건조 증기 생성 및 건조 증기(가스) 공급 유니트(5), 배기 유니트(6)로 구성된다. 공정 챔버 유니트(2)는 실제 세정 및 건조 등의 표면 처리 공정이 진행되는 유니트이다. 화학 용액 및 린스액 공급 유니트(3)는 공정 챔버 유니트(2)로 공정 순서에 따라 화학 용액 및 린스액을 주입하는 유니트이다. 드레인 유니트(4)는 공정 챔버 내의 유체를 드레인시키기 위한 유니트이다. 건조 증기 생성 및 건조 증기(가스) 공급 유니트(5)는 건조 단계시 사용되는 건조 증기를 생성하고 공급하거나, 최종 건조 단계시 사용되는 건조 가스를 공급하는 유니트이다. 배기 유니트(6)는 공정 챔버 내의 유기(IPA) 성분을 장치(1) 외부로 배기하기 위한 유니트이다. 이하 각 유니트 별로 자세히 설명한다.

<32> <공정 챔버 유니트>

<33> 도 2a 및 도 2b는 공정 챔버 유니트의 단면도이고, 도 2c는 공정 챔버 유니트의 상면도이다. 도 2a 내지 도 2c를 참조하면, 공정 챔버 유니트(2)는 공정 챔버(processing chamber)(14) 및 뚜껑(lid)(22)으로 구성된다. 공정 챔버(14)는 복수개의 웨이퍼(W)가 로봇암(미도시)에 의해 로딩되어 DHF액 또는 DIW 등의 유체에 완전히 잠길 수 있는 용적을 가지는 내부 배스(11)와 내부 배스(11)로부터 오버플로우되는 유체가 회수되는 외부 배스(12) 및 드레인 및 배기구 설치를 위한 보조 배스(13)로 구성된다. 공정 챔버(14) 내의 유체가 용이하게 드레인될 수 있도록 보조 배스(13)의 폭이 내부 배스(11)의 폭(w)보다 작아서 공정 챔버(14)의 전체적인 형상이 깔대기 모양이 되는 것이 바람직하다.

<34> 내부 배스(11)는 웨이퍼(W)의 직경보다 큰 폭(w)과 복수개의 웨이퍼(W)들이 일렬로 정렬되어 로딩될 수 있는 길이(l)를 가진다. 내부 배스(11)에는 복수개의 웨이퍼(W)들을 지지하기 위한 웨이퍼 가이드(15)가 배치된다. 웨이퍼 가이드(15)는 내부 배스(11)의 내측벽에 설치된 지지편(16)에 의해 지지되며 웨이퍼(W)가 로딩되는 복수개의 슬롯(15S)들을 구비한다. 도면에

는 웨이퍼(W)와 4개의 지점에서 접촉하는 가이드(15)가 도시되어 있으나, 웨이퍼(W)와 접촉점의 수는 다양하게 변형될 수 있음은 물론이다.

<35> 또, 내부 배스(11)의 적어도 좌, 우 양측 상면에는 DIW 공급관(18)이 설치되며 DIW 공급관(18)의 위쪽에는 건조 증기 및 건조 가스 공급관(20)이 설치된다. DIW 공급관(18)과 건조 증기 및 건조 가스 공급관(20)은 복수개의 웨이퍼(W)들의 상면과 모두 대향할 수 있도록 내부 배스(11)의 길이 방향(1)을 따라 길게 신장되어 설치된다. DIW 공급관(18)에는 각 웨이퍼(W)와 대향하는 위치마다 노즐(18n)이 형성된다. 바람직하기로는 각 노즐(18n) 형성 위치 별로 복수개의 노즐들이 공급관(18)의 외주면을 따라 등간격으로 형성되어 DIW가 웨이퍼(W) 전면면에 골고루 공급될 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 이와 같은 노즐의 구성은 본 출원인에게 공동 양도된 대한민국 특허 출원 제2002-69630호에 개시되어 있으며, 상기 출원의 내용은 본 명세서에 인용되어 통합된다. 건조 증기 및 건조 가스 공급관(20)에도 복수개의 노즐(20n)들이 형성된다.

<36> 뚜껑(22)은 로봇 공학에 의해 열림 위치, 닫힘 위치 및 밀폐 위치로 자동으로 상하(↑), 좌우(↔)이동이 가능하며, 웨이퍼(W)가 로딩되면 열림 위치에서 닫힘 위치로 이동하고 건조 공정이 시작되면 밀폐 위치로 이동하고, 최종 건조 공정이 끝나면 다시 열림 위치로 이동한다.

<37> <화학 용액 및 린스액 공급 유니트>

<38> 도 3은 화학 용액 및 린스액 공급 유니트(3)의 개략도이다. 도 3을 참조하면, 화학 용액 및 린스액 공급 유니트(3)는 화학 용액 소오스(32)와 연결된 화학 용액 주입구(34)로부터 보조 배스(13)로 화학 용액이 흐르도록 하는 화학 용액 라인(36)과 DIW 소오스(38)와 연결된 DIW

주입구(40)로부터 좌측 상단의 DIW 공급관(18)으로 DIW가 흐르도록 하는 제1 DIW 라인(42) 및 우측 상단의 DIW 공급관(18)으로 DIW가 흐르도록 하는 제2 DIW 라인(45)으로 구성된다.

<39> 바람직하기로는 제1 DIW 라인(42)은 공급 용량이 다른 HF 린스 공정용 DIW 라인(43)과 DIW 린스 공정용 DIW 라인(44)으로 분지되고, 제2 DIW 라인(45)도 공급 용량이 다른 HF 린스 공정용 DIW 라인(46)과 DIW 린스 공정용 DIW 라인(47)으로 분지된 후, DIW 공급관(18)에 연결되기 전에 합체되는 것이 바람직하다. 이와 같은 구조로 인해 린스 공정의 균일도를 높일 수 있다. 균일도를 높이는 구체적인 기작은 장치를 사용하는 방법에서 상술한다.

<40> 각 라인들(36, 42, 43, 44, 45, 46, 47)에는 유체 흐름의 온/오프를 조절하는 밸브(36V, 42V, 43V, 44V, 45V, 46V, 47V)가 각각 설치된다.

<41> <드레인 유니트>

<42> 도 4는 드레인 유니트(4)의 개략도이다. 도 4를 참조하면, 드레인 유니트(4)는 복수개의 드레인 라인들(53-61, 68)과 버퍼 탱크(52)로 구성된다. 복수개의 드레인 라인들(53-61, 68)은 보조 배스(13)를 버퍼 탱크(52)에 연결한다. 드레인 라인들(53-61, 68)은 제1 드레인 라인(53, 54), 제2 드레인 라인(55-59), 오버플로우 드레인 라인(60, 61), 그리고 안전 라인(68)으로 구성된다.

<43> 제1 드레인 라인(53, 54)은 RD 공정시 사용되는 DIW 드레인 라인이고, 제2 드레인 라인(55-59)은 CRD 공정시 사용되는 DIW 드레인 라인 기능 뿐만 아니라 린스 유체인 DIW를 급속 드레인할 때 사용되는 급속 드레인(Quick Dump Drain) 라인의 기능을 가진다. 이와 같이 제1 드레인 라인(53, 54)과 제2 드레인 라인(55-59)을 구분하여 설치하는 이유는 RD 공정시의 드레인 양과 CRD 공정시의 드레인 양이 차이가 있기 때문이다. CRD 공정시 사용하는 화학 용액인 DHF

의 드레인선 가능하면 급속히 이루어져야 웨이퍼 전면에 걸쳐 세정 및 건조의 균일도를 유지할 수 있기 때문이다. 따라서, 제1 드레인 라인(53, 54)의 직경은 제2 드레인 라인(55-59)에 비해 작다. 그리고, 제2 드레인 라인(55-59)이 복수개일 경우에는 일부의 라인이 선택적으로 CRD 공정시의 드레인 라인으로 사용된다.

<44> 앞서 언급했듯이, 제2 드레인 라인들(55-59)은 웨이퍼(W)들이 잠겨있는 DIW를 와류 현상 없이 급속하게 공정 챔버(14)로부터 드레인하기 위한 급속 드레인 라인으로도 사용된다. 따라서, 제2 드레인 라인들(55-59)은 적어도 2개 이상 바람직하기로는 도면에 도시되어 있는 바와 같이 5개 정도인 것이 급속 드레인에 적합하다. 또, 제2 드레인 라인들(55-59)은 각각 공정 챔버(14)로부터 유체를 급속 드레인시킬 수 있는 폭을 가지는 것이 바람직하다. 그리고, 복수개의 제2 드레인 라인들(55-59)은 공정 챔버(14)로부터 유체가 드레인될 때, 드레인되는 유체의 상면이 수평을 이룰수 있도록 이격 배치되어 설치되는 것이 바람직하다. 예컨대, 도 4에 도시되어 있는 바와 같이, 복수개의 제2 드레인 라인들(55-59)은 공정 챔버(14)의 길이 방향(L)을 따라서 양쪽 말단으로부터 등 간격으로 배열될 수 있다. 또, 급속 드레인이 효율적으로 일어나도록 하기 위해서는 제2 드레인 라인들(55-59)의 길이는 가능한 직선으로 최소화되어야 한다. 따라서, 공정 챔버(14)로부터 드레인되는 유체를 일시에 수용할 수 있는 용적을 가지는 버퍼 탱크(52)를 공정 챔버(14)의 하부에 설치하여 급속 드레인이 가능하도록 한다. 버퍼 탱크(52)의 용적은 공정 챔버(14)의 용적에 따라 결정된다. 공정 챔버(14)의 용적은 배치(batch) 방식으로 세정 및 건조하고자 하는 웨이퍼(W)의 수 및 크기에 따라 결정된다.

<45> 버퍼 탱크(52)에 급속 드레인된 유체는 버퍼 탱크(52)에 설치된 산(DHF) 드레인 라인(62), 중성(DIW) 드레인 라인(63), 유기(IPA) 드레인 라인(64)등의 적어도 3가지 폐액 드레인 라인을 따라 드레인된다. 폐액 드레인 라인들(62,63,64)은 장치의 후면 패널(도 7d의 1BP 참고

)의 배출구(outlet)(65, 66, 67)을 통해 장치(1)가 설치되어 사용되는 반도체 소자 제조 공장 내의 폐액 처리 시설(미도시)로 연결된다.

<46> 한편, 안전 드레인 라인(68)은 장치(1)의 파워가 "온" 일때는 "노말리(normaly) 오프" 상태를 유지하다가 파워가"오프"되면 "노말리 온" 상태로 전환되어 장치(1)의 안전을 도모하기 위한 라인이다. 즉, 파워가"오프"되면 안전 드레인 라인(68)의 밸브(68V)가 열려서 공정 챔버(14) 내에 공급되어 있는 유체를 드레인한다. 그 결과 장치(1) 내부에 N_2 가스만이 존재하게 된다. 따라서, 웨이퍼(W)가 조절 불가능한 상태에서 화학 용액, 린스액, 또는 건조 증기 등의 유체에 노출되는 것을 방지할 수 있다.

<47> 각 드레인 라인들(53-61, 68)에는 각각 유체 흐름의 온/오프를 조절하는 밸브(53V, 54V, 55V, 56V, 57V, 58V, 59V, 60V, 61V, 68V)가 설치된다.

<48> 도 7a 내지 도 7c에 도시되어 있는 바와 같은 제1 실시예에 따른 예시적인 실제 장치에 서는 보조 배스(13)의 하부(V)에 밸브들(53V, 54V, 55V, 56V, 57V, 58V, 59V, 60V, 61V, 68V)을 설치하여 장치를 간략화할 수 있다. 밸브들(53V, 54V, 55V, 56V, 57V, 58V, 59V, 60V, 61V, 68V)은 필요에 따라 각각 독립적으로 온/오프 상태를 조절할 수 있는 밸브들이다.

<49> <건조 증기 생성 및 공급 유니트>

<50> 도 5는 건조 증기(IPA) 생성 및 건조 증기(가스) 공급 유니트(5)의 개략도이다. 도 5를 참조하면, 건조 증기 생성 및 건조 증기(가스) 공급 유니트(5)는 유량 및/또는 온도가 각각 개별적으로 조절되는 제1 및 제2 가스 라인(73, 74), 건조 증기 생성 챔버(71), 건조 증기 소오스 공급 라인(81), 건조 증기 라인(82)을 포함한다.

- <51> IPA 주입구(inlet)(80)와 연결된 건조 증기 소오스 공급 라인(81)은 건조 증기 생성 챔버(71)로 IPA 를 공급한다. IPA 주입구(80)는 외부의 IPA 소오스(79)와 장치(1)를 연결한다. 또, 건조 증기 생성 챔버(71)는 건조 증기 라인(82)에 의해 공정 챔버(14)와 유체 흐름이 가능하도록 커플링된다. 건조 증기 생성 챔버(71)는 보다 효과적인 건조 증기 생성을 위하여 바닥면에 히터(72)를 구비한다.
- <52> 제1 가스 라인(73) 및 제2 가스 라인(74)은 가스 주입구(77)를 통해 N_2 가스 소오스(75)와 연결된다.
- <53> 제1 가스 라인(73)은 제1 N_2 가스가 건조 증기 생성 챔버(71)에 흐르도록 하여 건조 증기 생성 챔버(71) 내의 건조 증기가 공정 챔버(14)로 흐르도록 하는 캐리어 가스 라인이다.
- <54> 제2 가스 라인(74)은 제2 N_2 가스가 공정 챔버(14)에 흐르도록 한다. 제2 N_2 가스 라인(74)은 공정 챔버(14)에 공급되는 건조 증기의 농도를 조절하기 위한 농도 조절 라인으로 기능한다. 또, 제2 N_2 가스 라인(74)은 최종 고온 N_2 가스 건조 시 고온 N_2 가스 공급 라인으로도 기능한다.
- <55> 한편, 선택적으로 제1 가스 라인(73)에 연결된 바이패스 라인(89)을 더 구비할 수도 있다. 바이패스 라인(89)은 제1 N_2 가스가 건조 증기 생성 챔버(71)가 아니라 공정 챔버(14)에 선택적으로 흐르도록 하여, 최종 건조시 제2 가스 라인(74)에서 공급되는 제2 N_2 가스와 함께 건조 가스로 기능하도록 할 수 있다.
- <56> 제1 가스 라인(73)은 건조 증기 생성 챔버(71)의 기상 영역(G)에 연결되는 기상 캐리어 가스 라인(83)과 건조 증기 생성 챔버(71)의 IPA액이 놓여지는 액상 영역(L)에 연결되는 버블링 캐리어 가스 라인(84)으로 분지되는 것이 보다 효율적인 건조 증기 공급이 되도록 한다.

- <57> 제1 및 제2 가스 라인(73, 74)은 각각 독립적으로 유량 및/또는 온도가 조절되는 것이 건조 증기(가스)의 농도 및 온도 조절에 바람직하다. 따라서, 제1 및 제2 가스 라인(73, 74)에는 각각 독립적으로 유량 조절이 되는 제1 및 제2 유량 조절기(85a, 85b)와 독립적으로 온도 조절이 되는 제1 및 제2 히터(86a, 86b)가 설치된다. 이 때, 각 유량 조절기(85a, 85b) 이후에 히터(86a, 86b)가 설치되어야만 유량을 정확하게 조절할 수 있다. 반대의 경우에는 정확한 유량 조절이 어려워진다.
- <58> 또, 역류 방지용 밸브(87a, 87b)가 선택적으로 설치될 수 있다. 건조 증기 소오스 공급 라인(81)에는 파티클 등의 불순물을 제거하기 위한 필터(88)가 설치된다.
- <59> 기상 캐리어 가스 라인(83) 및 버블링 캐리어 가스 라인(84)에는 각각 제2 가스 유입 조절 밸브들(83V, 84V)이 설치되고, 건조 증기 라인(82)에는 건조 증기 배출 조절 밸브(82V)가 바이패스 라인(89)에는 바이패스 밸브(89V)가 설치되어 각 라인들을 통한 유체의 흐름의 온/오프를 제어한다.
- <60> 필터(88) 앞에도 가스 유입 조절 밸브(81V)가 설치되어 IPA 소오스의 흐름을 개시하거나 중단시킨다.
- <61> 제2 가스 라인(74)과 건조 증기 라인(82)은 각각 개별적으로 공정 챔버(14)에 연결될 수도 있으나, 도 5에 도시되어 있는 바와 같이, 공정 챔버(14) 전에 하나의 통합 가스(퍼지 N₂, IPA 증기/ N₂, 건조 N₂) 라인(90)으로 통합되는 것이 바람직하다. 또, 바이패스 라인(89)도 통합 가스 라인(90)에 통합되는 것이 바람직하다. 통합 가스 라인(90)에는 라인 히터(91)가 설치되어 공정 챔버(14)에 공급되는 증기 및 가스의 온도를 소정 온도 이상으로 유지하여 IPA 증기의 응축 등을 방지하는 것이 바람직하다. 더욱 바람직하기로는 라인 히터(91)는 제2 가스 라인(74)의 히터(86b) 전일까지 연장되어 제2 가스 라인(74)을 통과하는 제2 N

$_2$ 가스의 온도를 고온으로 유지한다.

<62> 필요에 따라서는 통합 라인(90)에 조절 밸브를 더 설치할 수도 있다.

<63> <배기 유니트>

<64> 도 6은 배기 유니트(6)의 개략도이다. 도 6을 참조하면, 배기 유니트(6)는 공정 챔버 (14)내의 유기 성분을 효과적으로 빨리 배기할 수 있도록 하기 위하여 적어도 3개의 배기 라인 들(101, 103, 105)로 구성되는 것이 바람직하다. 제1 내지 제3 배기 라인들(101, 103, 105)은 보조 배스(13)에 설치된다. 제1 배기 라인(101)은 제1 웨이퍼 위치(Wf(1))에 제2 배기 라인 (103)은 가운데 웨이퍼 위치(Wm(25))에 제3 배기 라인(105)은 마지막 웨이퍼 위치(Wl(50))에 각각 연결되는 것이 바람직하다.

<65> 제1 내지 제3 배기 라인들(101, 103, 105)에는 각각 배기 조절 밸브들(101V, 103V, 105V)가 설치된다. 또, 제1 내지 제3 배기 라인들(101, 103, 105)에는 각각 제1 내지 제3 오리 피스(101o, 103o, 105o)를 구비하여 배기량을 조절한다. 이는 증기 건조시에도 효과적인 유기 (IPA) 배기가 가능하도록 한다. 기능은 장치(1)의 동작 설명시 보다 구체적으로 설명한다. 제1 내지 제3 배기 라인들(101, 103, 105)은 유기 배기 블록(107)에 연결되어 하나로 통합되고 유 기 배기 블록(107)은 장치(6)의 후면 패널(1BP)에 설치된 유기 배기구(outlet)(109)을 통해 장 치(1)가 설치되어 사용되는 반도체 소자 제조 공장 내의 폐처리 시설(미도시)로 연결된다.

<66> 한편, 건조 증기 생성 챔버(71)에도 건조 증기 생성 챔버(71)내의 유기 유체를 드레인 시키기 위한 제1 및 제2 유기 유체 드레인 라인(111, 112)이 연결된다. 제1 유기 유체 드레인 라인(111)은 액상 영역(L)에 제2 유기 유체 드레인 라인(112)은 기상 영역(G)에 연결된다. 제1 및 제2 유기 유체 드레인 라인(111, 112)은 장치(1)의 후면 패널(1BP)의 유기 폐액구(113)를

통해 공장 내의 폐액 처리 시설(미도시)로 연결된다. 한편, 제1 및 제2 유기 유체 드레인 라인(111, 112)내의 기체 성분은 유기 배기 블록(107)으로 연결된 유기 배기 라인(114)을 통해 유기 배기 블록(107)으로 보내진다.

<67> 도 7a 내지 도 7c는 본 발명의 제1 실시예에 따른 장치(1)의 예시적인 사시도들이고, 도 7d는 장치의 후면의 예시적인 평면도이다. 각 사시도들에서 도시의 간략화를 위하여 도 2 내지 도 6의 구성요소들 중 일부는 도시를 생략하였다.

<68> 도 7a 내지 도 7c를 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 장치(1)는 공정 챔버 유니트(2)와 건조증기생성 및 건조증기(가스) 공급 유니트(5)가 장치(1)의 상부에 나머지 유니트들(3,4,6)이 장치(1)의 하부에 배치되는 구조로 구체화될 수 있다.

<69> 그리고, 공정 챔버 유니트(2)가 장치의 전면에 그리고 그 뒤에 건조 증기 생성 및 건조 증기(가스) 공급 유니트(5)가 배치된다. 건조 증기 생성 챔버(71) 및/또는 라인 히터(91)에 의해 공정 챔버(14)의 전면과 후면의 온도 불균일로 인한 파티클의 발생을 방지하기 위하여 건조 증기 생성 및 건조 증기(가스) 공급 유니트(5)의 후면에 장치의 분위기 배기를 위한 배기구(120)를 설치한다. 도 7d에 도시되어 있는 바와 같이, 배기구(120)는 장치(1)가 설치되는 제조 공장의 배기 처리 시설에 배관(122)을 통해 연결된다. 기타, 나머지 구성 요소들의 연결 관계는 상술하였으므로 재설명은 생략한다.

<70> <장치의 동작>

<71> 이하 도 8의 순서도와 도 9의 타이밍도와 도 1 내지 도 7d를 참조하여, 본 발명의 제1 실시예에 따른 장치(1)를 사용하는 표면 처리(세정 및 건조) 방법을 설명한다.

- <72> 먼저, CRD 공정을 실시할지 아니면 RD 공정을 실시할지 여부를 결정한다(S1). CRD 공정을 실시하고자 하는 경우에는 장치(1) 내부를 퍼지 가스(N_2)로 퍼지하면서 화학용액 및 린스액 공급 유니트(3)의 밸브(36V)를 열고 화학 용액 소오스(32)로부터 화학 용액 라인(36)을 따라 보조 배스(13)로 DHF를 공급하여 내부 배스(11)에 DHF가 가득 차도록 한다(S2).
- <73> 로봇 암(미도시)의 동작에 의해 복수개의 웨이퍼(W)를 공정 챔버(14)내의 가이드(15) 위에 로딩한다(S3). 이 때, 공정 챔버(14)의 뚜껑(22)은 열림 위치에서 닫힘 위치로 이동된다.
- <74> 복수개의 웨이퍼(W)를 DHF 용액 내에 소정 시간 담그어 DHF를 이용한 세정을 진행한다(S4).
- <75> DHF를 이용한 세정이 완료되면, 화학용액 및 린스액 공급 유니트(3)의 밸브(42V, 43V, 45V, 46V)를 열고 DIW 소오스(38)로부터 HF 린스 공정용 DIW 라인(43, 46)을 따라 DIW 공급관(18)으로 DIW를 탑-다운(top down) 방식으로 공급한다. 공정 챔버(14)내에 담겨있는 DHF를 가능한 빨리 회석시키기 위하여 보다 많은 양(예., 25l/min)의 DIW를 공급할 수 있는 HF 린스 공정용 DIW 라인(43, 46)을 사용한다.
- <76> 한편, 드레인 유니트(4)의 직경이 큰 제2 드레인 라인의 밸브들(55-59) 중 하나, 예컨대 가운데 제2 드레인 라인 밸브(57V)를 열고 오버플로우 드레인 라인 밸브(60V, 61V)를 열어서 챔버(14)내의 유체(DHF와 DIW)의 대부분은 제2 드레인 라인(57)으로 나머지 일부는 오버플로우 드레인 라인(60, 61)으로 드레인 되도록 하여 DHF 린스를 실시한다(S5). DHF 린스 단계 시에는 DIW에 회석되는 DHF가 직경이 큰 제2 드레인 라인(57)을 통해 신속히 드레인(예컨대, 50l/min 정도 드레인)되도록 함으로 웨이퍼(W) 전면에 걸쳐 균일한 세정 및 린스 효과를 나타내도록 한다.

- <77> 이어서, 나머지 제2 드레인 라인 밸브들(55V, 56V, 58V, 59V)을 동시에 열어서, 공정 챔버(14) 내의 유체(DIW)가 급속 드레인(Quick Dump Drain) 될 수 있도록 한다(S6).
- <78> 공정 챔버(14)의 하부에 공정 챔버(14)로부터 급속 드레인되는 유체를 일시에 수용할 수 있는 용적의 버퍼 탱크(52)를 구비하고 있다. 따라서, 유체(DIW)를 급속 드레인할 수 있다. 특히, 제2 드레인 라인들(55-59)이 공정 챔버(14)의 보조 배스(13)에 균일하게 설치되어 있으며 공정 챔버(14)와 버퍼 탱크(52)를 최단 거리로 연결하고 있으므로 드레인되는 유체(DIW)가 와류를 일으키지 않고 상면이 수평을 이루면서 급속 드레인될 수 있다. 본 명세서에서 급속 드레인이란 공정 챔버(14)의 모든 유체가 드레인되는데 10초 이하의 시간이 소요되는 드레인을 지칭하며, 바람직하기로는 급속 드레인은 5 내지 7초 이하의 시간 동안에 완료되도록 한다. 이와 같이 급속 드레인 되도록 함으로써 웨이퍼(W) 표면에 물반점이 남는 것을 효과적으로 방지할 수 있다. 급속 드레인이 진행되는 동안 뚜껑(22)은 닫힘 위치에서 밀폐 위치로 이동한다.
- <79> 이어서, IPA 증기 건조 단계(S7)를 실시한다. 증기 건조 단계(S7)는 제1 N₂ 가스 라인(캐리어 가스 라인)(73)을 통해 제1 유량의 제1 N₂ 가스를 건조 증기 생성 챔버(71)로 공급하고, 제2 N₂ 가스 라인(농도 조절 라인)(74)을 통해 제2 유량의 제2 N₂ 가스를 공정 챔버(14)로 공급함으로써 시작된다. 공정의 시작 단계(S1)에서부터 또는 IPA 증기 건조 단계(S7) 시작 전의 적절한 시점에서 건조 증기 소오스 공급 라인(81)을 통해 건조 증기 생성 챔버(71)로 IPA 액을 공급한 후, 히터(72)에 의해 가열(약 65℃)하여 건조 증기 생성 챔버(14)에 미리 IPA 증기를 생성시켜 놓는다. 제1 N₂ 가스 라인(73)을 따라 공급된 제1 N₂ 가스는 건조 증기 생성 챔버(71) 내의 IPA 증기를 건조 증기 라인(82)을 통해 공정 챔버(14)로 이송(carry)한다. 바람직하기로는 제1 N₂ 가스 중 일부는 기상 캐리어 가스 라인(83)을 따라 공급되어 건조 증기 생성 챔버(71)내의 기상 영역(G)의 IPA 증기를 직접 공정 챔버(14)로 전달하고, 제1 N₂ 가스 중 나

머지는 버블링 캐리어 가스 라인(84)을 따라 공급되어 건조 증기 생성 챔버(71) 내의 액상 영역(L)의 IPA 액을 버블링시켜 IPA 증기를 공정 챔버(14)로 전달한다.

<80> 바람직하기로는, 급속 드레인 진행 중에도 소량의 IPA 증기가 공정 챔버(14)로 공급되도록 하다가, 급속 드레인 완료 후에는 정량의 IPA 증기를 공급하는 것이 파티클 발생을 줄일 수 있다.

<81> 제1 및 제2 N₂가스 라인(73, 74)을 따라 공정 챔버(14) 내로 건조 증기 가스를 공급하면 공정 챔버(14)로 전달되는 전체 N₂의 양은 줄이지 않으면서도 공급되는 IPA 증기의 양을 흐름성 또는 젤성 결함 및/또는 파티클 등이 생성되지 않을 양 이하로 용이하게 조절할 수 있다.

<82> 이 때, 제1 N₂ 가스(캐리어 가스)의 온도를 제2 N₂ 가스(농도 조절 가스)의 온도와 동일하거나 낮게 하는 것이 바람직하다. 이는 제1 히터(86a)의 온도(110-130℃)를 제2 히터(86b)의 온도(130-150℃)보다 낮거나 동일하게 함으로써 조절할 수 있다. N₂ 가스의 온도가 낮을수록 전달되는 IPA 증기의 양이 감소하기 때문이다.

<83> 그리고, 건조 증기가 공정 챔버(14)에 전달되는 동안 라인 히터(91)는 히터들(86a, 86b)에 의해 가열된 제1 및 제2 N₂ 가스의 온도가 유지되고 IPA 증기가 증기 상태를 유지하면서 공정 챔버(14)에 공급될 수 있도록 한다. 라인 히터(91)가 설치됨으로써 건조 증기 생성 챔버(71)에서의 가열 온도를 65℃ 정도의 저온으로 할 수 있다. 라인 히터(91)의 온도는 제2 히터(86b)와 동일하게 하는 것이 바람직하다.

<84> N₂ 가스에 의해 수송된 IPA 증기는 웨이퍼(W)의 찬 표면과 접촉하여 그 위에서 응축된다. 웨이퍼(W) 위에서 응축된 IPA 증기는 웨이퍼(W) 상의 DIW의 표면 장력을 깨뜨려서 DIW가 웨이퍼(W) 표면으로부터 분리되도록 한다.

<85> 한편, IPA 증기를 공정 챔버(14)로 공급하는 동안, 배기 유니트(6)의 배기 라인 밸브들(101V, 103V, 105V)을 열어 제1 내지 제3 배기 라인들(101, 103, 105)을 통해 IPA 증기가 소정량 배기(유기 배기)되도록 함으로써 공정 챔버(14) 내의 IPA 증기의 농도가 일정하게 유지되도록 하여 흐름성 또는 젤성 결함 및/또는 파티클이 생성되는 것을 효과적으로 방지한다.

한편, 유기(IPA 증기) 배기시 다량의 IPA 증기가 배기되어 IPA 사용량이 증가하는 역효과를 억제하기 위해서 오리피스들(101o, 103o, 105o)을 이용하여 제1 내지 제3 배기 라인들(101, 103, 105)의 오픈 정도를 조절한다. 유기 배기는 도 9의 ①번 방식과 같이 IPA 증기 건조 단계(S7) 및 N₂ 최종 건조 단계(S8) 동안 실시할 수도 있고, 경우에 따라서는 ②번 방식과 같이 N₂ 최종 건조 단계(S8) 동안만 실시할 수도 있다.

<86> 또, IPA 증기 공급의 초기 단계시 공정 챔버(14)내에서 IPA 증기의 농도가 급격히 증가하는 것을 방지하기 위하여 IPA 증기 건조 단계(S7) 전의 급속 드레인 단계(S6)시 건조 증기 생성 챔버(71)에 연결된 제1 및 제2 유기 유체 드레인 라인(111, 112)과 연결된 유기 배기 라인(114)을 통해 건조 증기 생성 챔버(71)내에 생성되어 존재하는 IPA 증기를 소량 배기시키는 것이 바람직하다.

<87> IPA 증기가 웨이퍼(W) 표면의 DIW를 제거하기에 충분한 시간이 경과된 후, 고온 N₂ 최종 건조 단계(S8)를 실시한다. 밸브들(83V, 84V, 82V)을 잠근 후, 바이패스 밸브(89V)를 열어 제1 N₂ 가스가 바이패스라인(89)을 따라 공정 챔버(14)에 직접 흐르도록 한다. 그 결과 고온의 제1 N₂ 가스와 제2 N₂ 가스가 웨이퍼(W) 위에 응축되어 잔류하는 IPA를 증발시켜 최종 건조가 일어나도록 한다. 제2 가스 라인(74)과 바이패스 라인(89)을 통해 제1 N₂ 가스와 제2 N₂ 가스를 공급하므로 공정 챔버(14)에 공급되는 N₂의 유량(예., 150 lpm)을 필요한 값까지 용이하고 신속하게 증대시킬수 있다. IPA는 제1 내지 제3 배기 라인들(101, 103, 105)을 통해 배기한다.

이때에는 오리피스들(101o, 103o, 105o)을 조절하여 제1 내지 제3 배기 라인들(101, 103, 105)을 최대한으로 오픈하여 웨이퍼(W) 표면으로부터 증발된 IPA가 신속히 배기될 수 있도록 한다.

<88> 최종 건조 단계(S8)가 완료되면 제1 및 제2 N₂ 가스의 공급은 중단하고, 공정 챔버(14)의 뚜껑(22)을 오픈하고 웨이퍼(W)를 공정 챔버(14)로부터 언로딩하여 후속 공정으로 이송한다(S9).

<89> 상기 CRD 공정이 진행되는 동안, 공정 챔버(14) 후면에 설치된 라인 히터(91) 및 건조 증기 생성 챔버(71)의 히터(72)로 인해 공정 챔버(14) 전면과 후면에서 온도 차이가 발생하여 공정 챔버(14) 전면에서 파티클이 생성될 수 있다. 이를 방지하기 위하여 건조 증기 생성 챔버(71)의 후면에 설치된 배기구(120)를 통해 공정 챔버(14) 뒷 공간의 분위기를 지속적으로 배기함으로써 공정 챔버(14)내의 부분적인 온도 분포의 차이를 방지하여 웨이퍼(W) 상에 파티클이 발생하는 것을 방지한다.

<90> 한편, RD 공정만을 진행하고자 할 경우에는 CRD 공정과 달리, 장치를 N₂ 퍼지하면서(S2') 웨이퍼를 먼저 로딩한다(S3'). 이어서, 화학용액 및 린스액 공급 유니트(3)의 밸브(42V, 44V, 45V, 47V)를 열고 DIW 소오스(38)로부터 DIW 린스 공정용 DIW 라인(44, 47)을 따라 DIW 공급관(18)으로 DIW를 탑-다운(top down) 방식으로 공급하여 DIW 린스를 실시한다(S4'). DIW 린스(S4') 시에는 DHF 린스 시보다는 적은 양(예., 20 l/min)의 DIW를 공급하는 것이 바람직하다.

<91> DIW의 공급량이 작으므로, 이 때에는 드레인 유니트(4)의 직경이 작은 제1 드레인 라인의 밸브(53V, 54V)와 오버플로우 드레인 라인 밸브(60V, 61V)를 열고 DIW의 대부분은 제1 드레인 라인(53, 54)으로 나머지 일부는 오버플로우 드레인 라인(60, 61)으로 드레인 되도록 하여 DIW 린스를 실시한다(S4').

<92> 이 후, 단계는 CRD와 동일하게 진행한다.

<93> <제2 실시예>

<94> 도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 장치의 개략도이다. 제2 실시예에 따른 장치는 제1 실시예에 따른 장치와 건조 증기 생성 및 공급 유니트(5')만 차이가 있으므로 이 유니트(5')만 도시하였다.

<95> 제2 실시예에 따른 장치의 건조 증기 생성 및 공급 유니트(5')에서는 제2 N₂ 가스를 건조 증기 생성 챔버(71)로 선택적으로 커플링시켜 제2 N₂ 가스가 건조 증기 생성 챔버(71)로 유입되도록 하는 커플링 라인(93)을 더 포함한다.

<96> 커플링 라인(93)은 바이 패스 라인(89)의 분지점과 건조 증기 생성 챔버(71) 사이의 제1 N₂ 가스 라인(73)에 연결된다. 이 때, 바이 패스 라인(89)의 분지점과 커플링 라인(93)의 연결점 사이의 제1 N₂ 가스 라인(73)상에 조절 밸브(93V)가 설치된다. 커플링 라인(93) 및 통합 가스 라인(90) 상에도 각각 조절 밸브들(95V, 97V)이 설치된다.

<97> 이와 같은 구성은 제1 히터(86a)가 고장난 경우, 캐리어 가스 기능과 농도 조절 기능을 스위치하여 고장 수리 전에 건조 증기의 공급이 차질없이 일어날 수 있도록 하기 위한 것이다. 구체적으로, 상기 고장이 발생하면, 먼저, 제1 N₂ 가스 라인(73) 상의 밸브(97V)와 제2 N₂ 가스 라인(74) 상의 밸브(95V)를 잠근다. 이어서, 바이패스 라인(89) 상의 밸브(89V), 커플링 라인(93) 상의 밸브(93V), 기상 캐리어 가스 라인(83) 상의 밸브(83V), 버블링 캐리어 가스 라인(84)상의 밸브(84V) 및 건조 증기 라인(82) 상의 밸브(82V)를 연다. 그 결과 정상적으로 동작하는 제2 히터(86b)에 의해 히팅된 제2 N₂ 가스가 건조 증기 생성 챔버(71)로 공급되어 건

조 증기를 이송하고, 제1 N₂ 가스는 공정 챔버(14)로 공급되어 건조 증기의 농도 조절 가스로 기능한다.

<98> 반대로 제2 히터(86b)가 고장난 경우에는 라인 히터(91)가 히터 기능을 수행하므로 제1 실시예에서와 동일한 동작이 가능하다.

<99> 본 발명은 이하의 비제한적인 실험예들을 통해 보다 자세히 설명될 것이다. 한편, 여기에 기재되지 않은 내용은 당업자라면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것이므로 그 설명을 생략한다.

<100> <실험예 1>

<101> N₂ 가스의 유량과 파티클 발생간의 관계를 체크하였다. 먼저, 대조군으로 하나의 N₂ 가스 라인을 통해 N₂ 가스를 흘려서 IPA 증기를 공급하는 종래의 장치를 사용하고 유기 배기는 실시하지 않으면서 IPA 증기 건조를 90초간 실시한 후, 300mm 웨이퍼 상의 파티클 수를 체크하였다. 서로 다른 N₂ 가스의 유량에 대해서 파티클 수를 체크하였다.

<102> 한편, 본 발명의 제1 실시예에 의한 장치를 사용하여 파티클 발생을 측정하였다. 이 때, 제1 N₂ 가스(캐리어 가스)의 유량은 20 LPM으로 고정하고, 제2 N₂ 가스의 유량을 달리하면서 300mm 웨이퍼상의 파티클 수를 측정하였다. 이 때, 제1 및 제2 히터(86a, 86b)와 라인 히터(91)의 온도는 130°C로 설정하였고 건조 증기 생성 챔버의 히터(72)의 온도는 65°C로 설정하였다.

<103> 그 결과가 도11에 도시되어 있다. ①번 그래프는 대조군을 ②번 그래프는 본 발명의 장치를 사용한 경우를 각각 나타낸다.

<104> 일반적으로 웨이퍼 상의 파티클 수는 적어도 30개 이하로 유지되어야 한다. 따라서, 대조군의 경우에는 파티클수의 요구조건을 만족시키지 못함을 알 수 있다. 반면, 본 발명의 장치를 사용하면 하나의 하나의 N_2 가스 라인으로 이루어진 종래의 장치를 사용하는 경우에 비해 파티클 발생이 현저히 감소함을 알 수 있다. 특히, 제2 N_2 가스의 유량이 20-100LPM 범위일 경우 파티클 요구 조건을 충족시킴을 알 수 있었다.

<105> <실험예 2>

<106> 실험예 1의 결과에 근거하여 바람직한 유량으로 판단된 제2 N_2 가스의 유량 범위 (20-100LPM)에 대하여 적절한 제1 N_2 가스의 유량 범위를 측정하였다. 그 결과가 도 12에 도시되어 있다. 적절한 범위인지의 판단 기준으로는 웨이퍼 상의 파티클 수가 30개 이하를 만족하는지 여부로 설정하였다.

<107> 도 12로부터 제1 N_2 가스의 유량이 증가하면 제2 N_2 가스의 유량은 감소하고, 제1 N_2 가스의 유량이 감소하면 제1 N_2 가스의 유량은 증가하는 경향이 있음을 알 수 있다. 도 12에 도시되어 있는 바와 같이, 제1 N_2 가스의 유량 범위는 10-30 LPM 이 적절함을 알 수 있었다.

<108> 제1 N_2 가스의 유량이 10 LPM 이하가 되면 기본적으로 이송되는 IPA 증기의 양이 너무 작아서 건조가 잘 안 일어나고, 제1 N_2 가스의 유량이 30 LPM 이상이 되면 젤성 결함이 발생하게 된다.

<109> 결론적으로 제1 N_2 가스의 유량 범위로는 10-30 LPM이, 제2 N_2 가스의 유량 범위로는 20-100LPM이 적절함을 알 수 있다.

<110> <실험예 3>

- <111> 본 발명의 제1 실시예에 따른 장치를 사용하여 RD 공정을 실시한 후, 300mm 웨이퍼 상의 파티클 수를 측정하였다.
- <112> DIW 린스 공정용 DIW 라인별로 20 lpm의 DIW를 공급하면서 DIW 린스를 50초간 실시한 후, 제1 N₂ 가스는 20 LPM으로, 제2 N₂ 가스는 50 LPM 으로 공급하면서 IPA 증기 건조를 90초간 실시하고, 제1 N₂와 제2 N₂의 총 공급량이 150 lpm이 되도록 하여 200초간 고온 N₂를 공급하여 최종 건조를 실시하였다. 이 때, IPA 증기 건조 전 DIW 드레인 시간을 45초까지 각각 다르게 하면서 각 드레인 시간별로 발생하는 파티클 수를 측정하였다. 그 결과가 도 13에 도시되어 있다.
- <113> 도 13의 결과로부터 DIW 드레인 시간이 짧을수록 발생하는 파티클 수가 적음을 알 수 있다. 이로부터 본 발명에 따른 장치를 사용하는 급속 드레인이 파티클 발생 방지에 효과적임을 알 수 있다.

【발명의 효과】

- <114> 본 발명에 따른 세정 및 건조 장치는 개별적으로 온도 및/또는 유량이 조절되어 두 개의 분리된 가스 라인을 포함하여 IPA 증기의 농도를 용이하게 조절할 수 있으며, 최종 건조 공정 시에는 충분한 양의 건조 가스를 공급할 수 있다. 또, 화학 용액 처리, 린스 및 건조가 한 장치에서 효과적으로 실시될 수 있도록 장치의 각 구성요소들이 설치되어 있다. 따라서, 본 발명에 따른 장치를 사용하여 무결함의 표면 처리 방법을 실현할 수 있다.
- <115> 본 발명의 전형적인 바람직한 실시예가 개시되었으며, 비록 특정한 용어를 사용하였지만, 이것들은 단지 일반적이고 묘사적인 의미로 사용된 것이지 후술되는 청구항에 의하여 정해지는 본 발명의 사상을 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

피건조 전자 소자 기판의 표면을 처리하기 위한 공정 챔버;

상기 공정 챔버로 건조 증기의 유체 흐름이 가능하도록 커플링된 건조 증기 생성 챔버;

상기 건조 증기 생성 챔버에 커플링되어 상기 건조 증기 생성 챔버로부터 상기 공정 챔버로 상기 건조 증기의 유체 흐름이 일어나도록 하는 캐리어 가스 라인; 및

상기 공정 챔버로 유체 흐름이 가능하도록 커플링되고 상기 캐리어 가스 라인과 독립적으로 유량이 조절되는 불활성 가스 라인을 포함하는 것을 특징으로 하는 전자소자 기판 표면 처리 장치.

【청구항 2】

제1 항에 있어서, 상기 불활성 가스는 상기 공정 챔버로 흐르는 상기 건조 증기의 농도를 조절하는 가스인 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 3】

제1 항에 있어서, 상기 불활성 가스는 질소 가스인 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 4】

제1 항에 있어서, 상기 건조 증기는 상기 피건조 기판의 표면에 응축하여, 상기 피건조 기판의 표면에 잔류하는 유체의 표면 장력을 감소시켜 상기 잔류하는 유체가 상기 피건조 기판의 표면으로부터 분리되도록 하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 5】

제4 항에 있어서, 상기 건조 증기는 이소프로필알코올 증기인 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 6】

제4 항에 있어서, 상기 불활성 가스는 상기 피건조 기관의 표면에 응축된 상기 건조 증기를 상기 피건조 기관 표면으로부터 분리되도록 하는 건조 가스인 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 7】

제1 항에 있어서, 상기 공정 챔버와 상기 건조 증기 생성 챔버 간의 커플링은 건조 증기 라인에 의해 이루어지는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 8】

제7 항에 있어서, 상기 건조 증기 라인과 상기 불활성 가스 라인은 상기 공정 챔버 전단에서 통합 라인으로 합체되어 상기 공정 챔버에 연결되는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 9】

제1 항에 있어서, 상기 캐리어 가스 라인과 상기 불활성 가스 라인에는 각각 제1 및 제2 유량 조절기를 더 포함하고, 상기 제1 및 제2 유량 조절기는 서로 독립적이어서 상기 캐리어 가스 유량과 상기 불활성 가스의 유량이 서로 독립적이 되도록 하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 10】

제1 항에 있어서, 상기 캐리어 가스 라인과 상기 불활성 가스 라인은 각각 온도가 독립적으로 조절되는 라인들인 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 11】

제1 항에 있어서, 상기 캐리어 가스 라인 상에 히터를 더 포함하여 상기 캐리어 가스를 히팅하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 12】

제1 항에 있어서, 상기 불활성 가스 라인 상에 히터를 더 포함하여 상기 불활성 가스를 히팅하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 13】

제1 항에 있어서, 상기 건조 증기 생성 챔버에 히터를 더 포함하여 상기 건조 증기 생성 챔버 내의 건조 증기 소오스를 히팅하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 14】

제7 항에 있어서, 상기 건조 증기 라인 상에 라인 히터를 더 포함하여 상기 공정 챔버에 상기 건조 증기가 유입되기 전에 상기 건조 증기를 히팅하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 15】

제8 항에 있어서, 상기 통합 라인 상에 라인 히터를 더 포함하여 상기 공정 챔버에 상기 건조 증기와 상기 불활성 가스가 유입되기 전에 상기 건조 증기와 상기 불활성 가스를 히팅하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 16】

제1 항에 있어서, 상기 캐리어 가스 라인은 상기 건조 증기 생성 챔버의 액상 영역에 연결되는 버블링 캐리어 가스 라인과 상기 건조 증기 생성 챔버의 기상 영역에 연결되는 기상 캐리어 가스 라인을 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 17】

제1 항에 있어서, 상기 공정 챔버로 상기 캐리어 가스를 선택적으로 커플링시켜 상기 캐리어 가스가 상기 공정 챔버로 유입되도록 하는 바이패스 라인을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 18】

제17 항에 있어서, 상기 캐리어 가스는 상기 피건조 기판 표면에 응축되는 상기 건조 증기를 상기 피건조 기판 표면으로부터 분리되도록 하는 건조 가스인 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 19】

제1 항에 있어서, 상기 건조 증기 생성 챔버로 상기 불활성 가스를 선택적으로 커플링시켜 상기 불활성 가스가 상기 건조 증기 생성 챔버로 유입되도록 하는 커플링 라인을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 20】

제1 항에 있어서, 상기 공정 챔버는 상기 공정 챔버 내의 유체를 드레인하기 위한 복수개의 드레인 라인들을 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 21】

제20 항에 있어서, 상기 복수개의 드레인 라인들은 각각 상기 공정 챔버로부터 상기 유체가 급속 드레인이 가능하도록 하는 폭을 가지는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 22】

제20 항에 있어서, 상기 복수개의 드레인 라인들은 상기 공정 챔버로부터 상기 유체가 드레인될 때, 상기 드레인되는 유체의 상면이 수평을 이룰수 있도록 이격 배치되어 설치되는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 23】

제1 항에 있어서, 상기 공정 챔버와 커플링되어 상기 공정 챔버로부터 드레인 되는 유체를 수용할 수 있는 버퍼 탱크를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 24】

제23 항에 있어서, 상기 버퍼 탱크는 상기 공정 챔버로부터 급속 드레인되는 상기 유체를 일시에 수용할 수 있는 용적을 가지는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 25】

제1 항에 있어서, 상기 공정 챔버는 상기 공정 챔버로 공급되는 상기 건조 증기를 일부 배기할 수 있으며 유량 조절이 되는 적어도 3개의 배기 라인을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 장치.

【청구항 26】

(a) 피건조 전자 소자 기판을 표면 처리 장치의 공정 챔버 내에 로딩하는 단계; 및

(b) 제1 유량의 캐리어 가스에 의해 상기 표면 처리 장치의 건조 증기 생성 챔버로부터 상기 공정 챔버 내로 제1 농도의 건조 증기를 이송하고 상기 제1 유량에 대해 독립적인 제2 유량의 불활성 가스를 상기 공정 챔버 내에 공급하여 상기 제1 유량과 제2 유량의 비에 의해 결정되는 제2 농도의 건조 증기가 상기 공정 챔버 내로 공급되도록 하여 상기 제2 농도의 건조 증기가 응축하여 상기 피건조 기판 표면에 잔류하는 유체의 표면 장력을 감소시켜 상기 잔류하는 유체가 상기 피건조 기판의 표면으로부터 분리되도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자소자 기판의 표면 처리 방법.

【청구항 27】

제26 항에 있어서, 상기 제1 유량은 10 내지 30LPM인 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 28】

제27 항에 있어서, 상기 제2 유량은 20내지 100LPM인 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 29】

제26 항에 있어서, 상기 (b) 단계시 상기 건조 증기의 일부를 상기 공정 챔버로부터 배기하여 상기 건조 증기의 제2 농도가 일정하게 유지되도록 하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 30】

제26 항에 있어서, 상기 (b) 단계 전에 상기 건조 증기 생성 챔버에서 건조 증기를 생성하는 단계; 및



상기 (b) 단계 직전에 상기 건조 증기 생성 챔버로부터 상기 건조 증기를 일부 배기하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 31】

제26 항에 있어서, 상기 (b) 단계 전에 상기 기판을 린스 유체로 린스하는 단계; 및
상기 린스 유체를 상기 공정 챔버로부터 급속 드레인하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 32】

제31 항에 있어서, 상기 급속 드레인 단계는 상기 린스 유체의 상면이 수평을 이루면서 드레인되도록 하는 단계인 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 33】

제32 항에 있어서, 상기 급속 드레인 단계는 상기 린스 유체의 상면이 수평을 이루면서 드레인되도록 이격 배치되어 설치된 복수개의 드레인 라인들을 통해 이루어지는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 34】

제31 항에 있어서, 상기 급속 드레인 단계는 상기 공정 챔버와 연결되고 상기 린스 유체를 일시에 수용할 수 있는 용적을 가지는 버퍼 탱크로 드레인하는 단계인 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 35】

제26 항에 있어서, 상기 캐리어 가스와 상기 불활성 가스는 건조 가스이고,

상기 (b) 단계 후에, 가열된 상기 캐리어 가스와 상기 불활성 가스를 상기 공정 챔버로 공급하여 상기 피건조 기판 표면에 응축된 상기 건조 증기를 증발시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 36】

제26 항에 있어서, 상기 (b) 단계 동안 상기 표면 처리 장치의 분위기 배기를 실시하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 37】

(a) 피건조 전자 소자 기판을 표면 처리 장치의 공정 챔버 내에 로딩하는 단계;
 (b) 상기 공정 챔버 내에 린스 유체를 공급하여 상기 기판 표면을 린스하는 단계;
 (c) 상기 린스 유체를 상기 공정 챔버로부터 급속 드레인하는 단계; 및
 (d) 제1 유량의 캐리어 가스에 의해 상기 표면 처리 장치의 건조 증기 생성 챔버로부터 상기 공정 챔버 내로 제1 농도의 건조 증기를 이송하고 상기 제1 유량에 대해 독립적인 제2 유량의 불활성 가스를 상기 공정 챔버 내에 공급하여 상기 제1 유량과 제2 유량에 의해 결정되는 제2 농도의 건조 증기가 상기 공정 챔버 내로 공급되도록 하여 상기 제2 농도의 건조 증기가 응축하여 상기 피건조 기판 표면에 잔류하는 유체의 표면 장력을 감소시켜 상기 잔류하는 유체가 상기 피건조 기판의 표면으로부터 분리되도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자소자 기판의 표면 처리 방법.

【청구항 38】

제37 항에 있어서, 상기 제1 유량은 10 내지 30LPM인 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

**【청구항 39】**

제38 항에 있어서, 상기 제2 유량은 20내지 100LPM인 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 40】

제37 항에 있어서, 상기 (d) 단계시 상기 건조 증기의 일부를 상기 공정 챔버로부터 배기하여 상기 건조 증기의 제2 농도가 일정하게 유지되도록 하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 41】

제37 항에 있어서, 상기 (d) 단계 전에 상기 건조 증기 생성 챔버에서 건조 증기를 생성하는 단계; 및

상기 (d) 단계 직전에 상기 건조 증기 생성 챔버로부터 상기 건조 증기를 일부 배기하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 42】

제37 항에 있어서, 상기 (c) 단계는 상기 린스 유체의 상면이 수평을 이루면서 드레인되도록 하는 단계인 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 43】

제42 항에 있어서, 상기 (c) 단계는 상기 린스 유체의 상면이 수평을 이루면서 드레인되도록 이격 배치되어 설치된 복수개의 드레인 라인들을 통해 이루어지는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 44】

제37 항에 있어서, 상기 (c) 단계는 상기 린스 유체를 상기 공정 챔버와 연결되고 상기 린스 유체를 일시에 수용할 수 있는 용적을 가지는 버퍼 탱크로 드레인하는 단계인 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 45】

제37 항에 있어서, 상기 캐리어 가스와 상기 불활성 가스는 건조 가스이고,

상기 (d) 단계 후에, 가열된 상기 캐리어 가스와 상기 불활성 가스를 상기 공정 챔버로 공급하여 상기 피건조 기판 표면에 응축된 상기 건조 증기를 증발시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 46】

제37 항에 있어서, 상기 (d) 단계 동안 상기 표면 처리 장치의 분위기 배기를 실시하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【청구항 47】

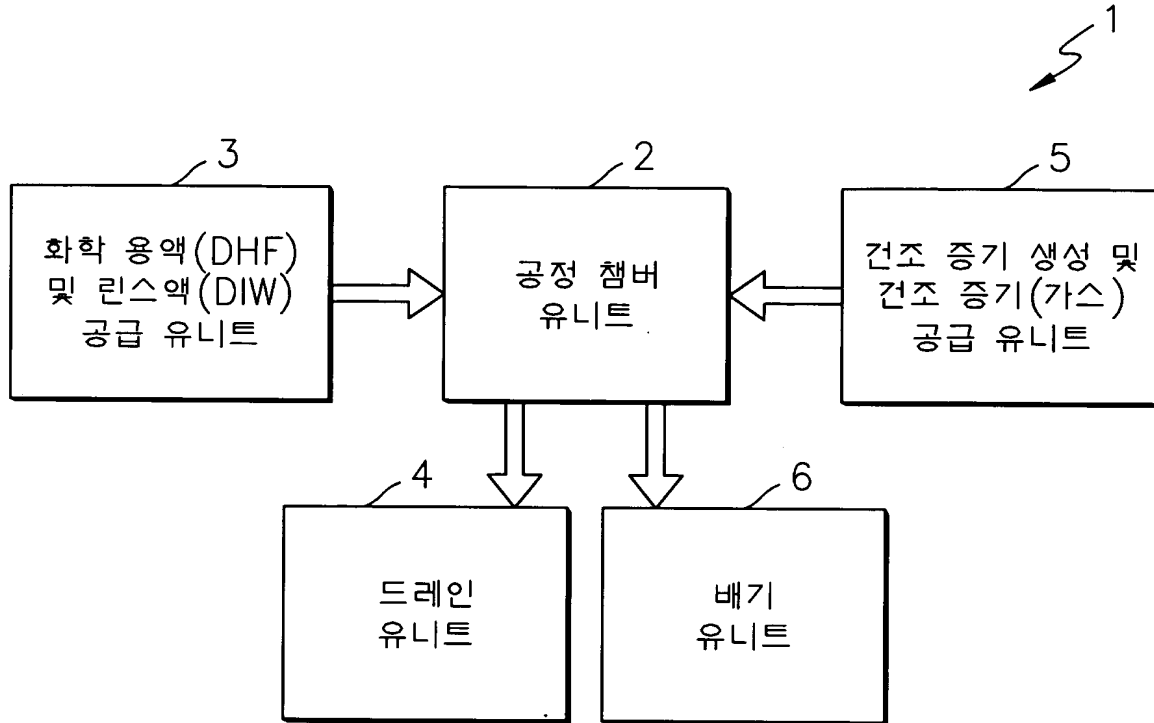
제37 항에 있어서, 상기 (a) 단계 전에 상기 공정 챔버에 화학 용액을 공급하는 단계를 더 포함하고,

상기 (b)단계 전에 상기 화학 용액으로 세정하는 단계를 더 포함하고,

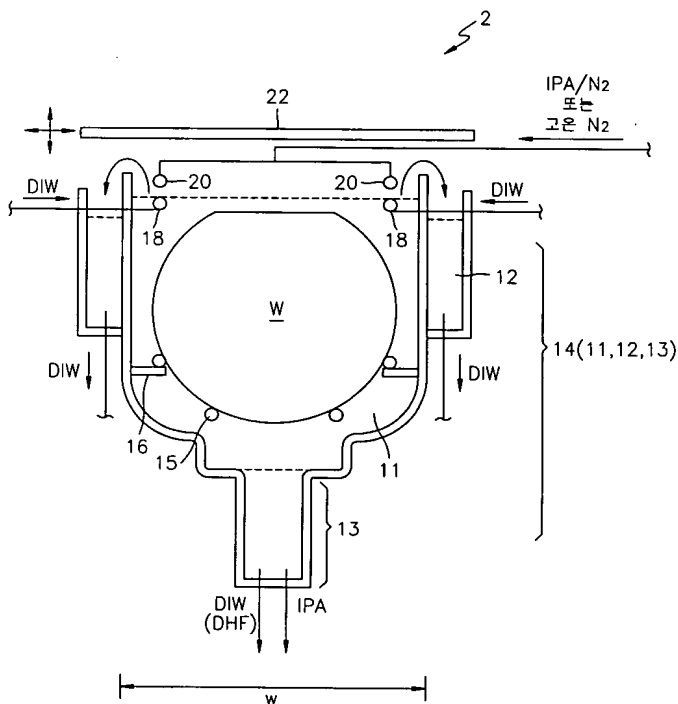
상기 (b)단계는 상기 공정 챔버 내에 상기 린스 유체를 지속적으로 공급하면서 상기 화학 용액을 드레인하여 상기 기판 표면을 린스하는 단계인 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

【도면】

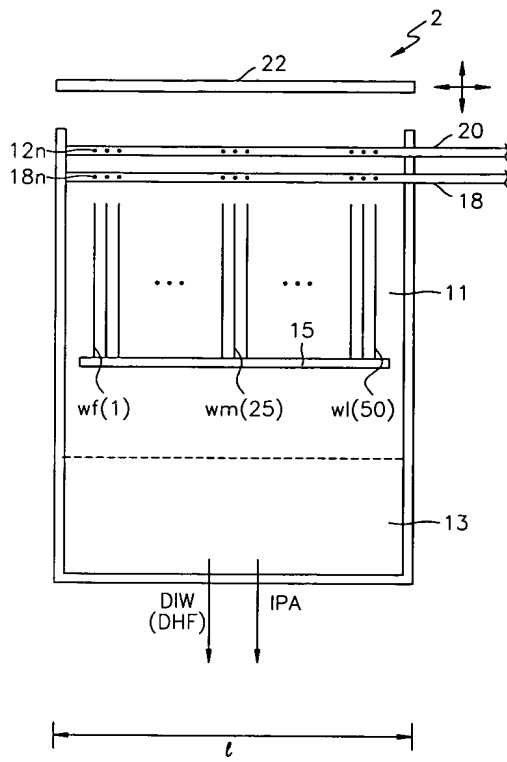
【도 1】



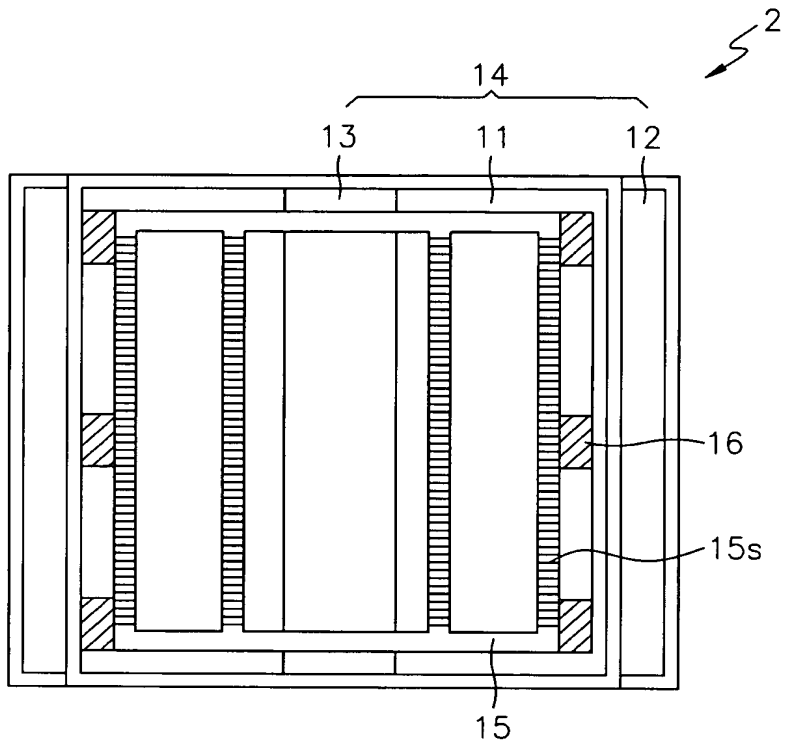
【도 2a】



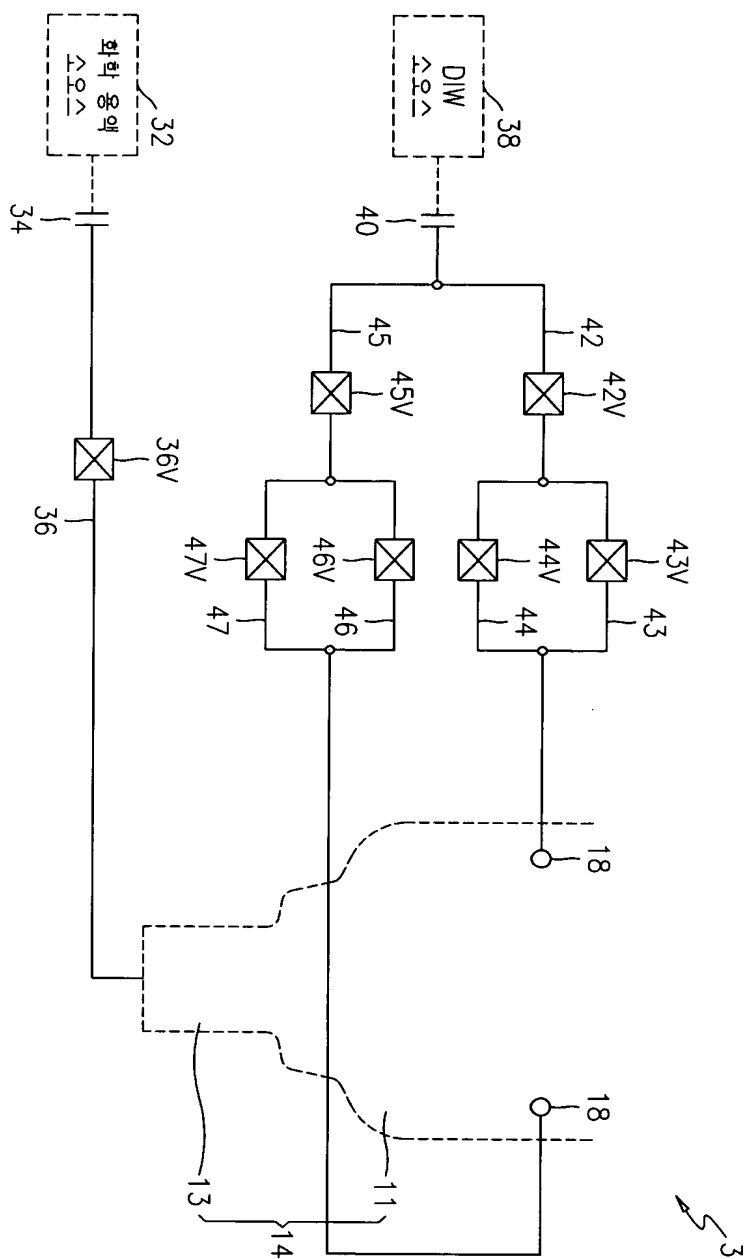
【도 2b】



【도 2c】

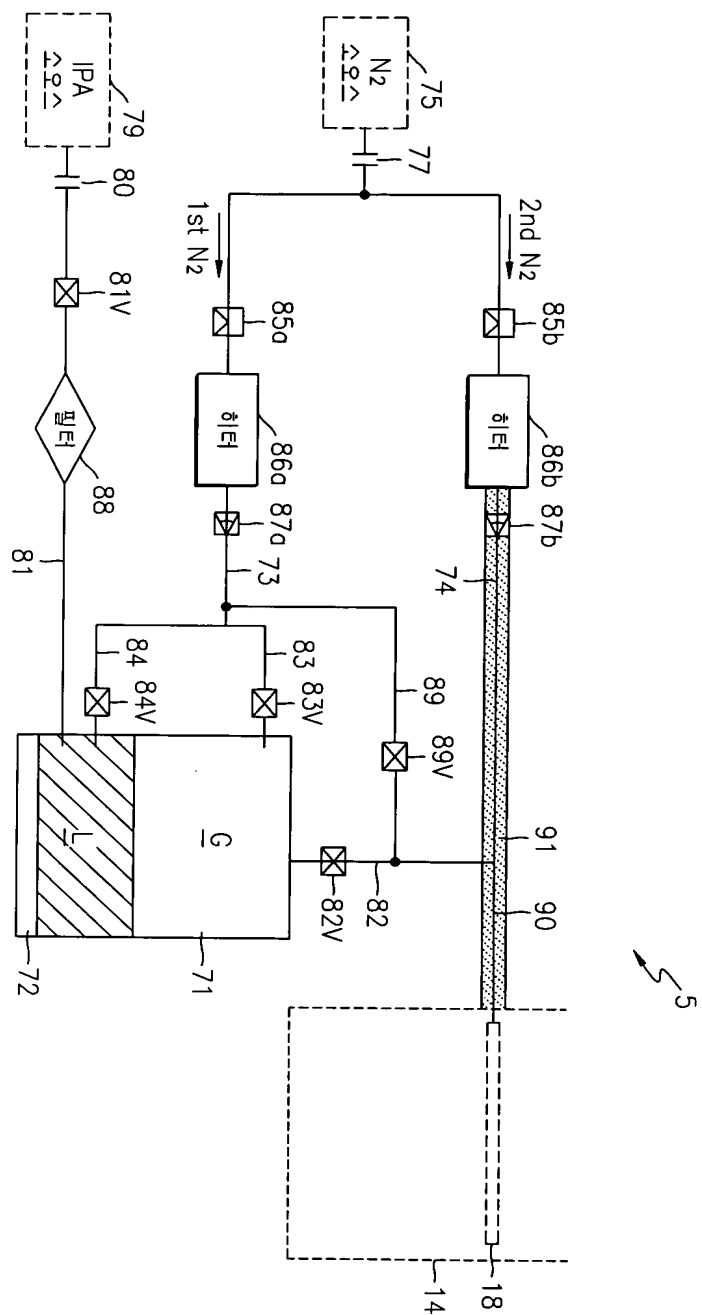


【도 3】

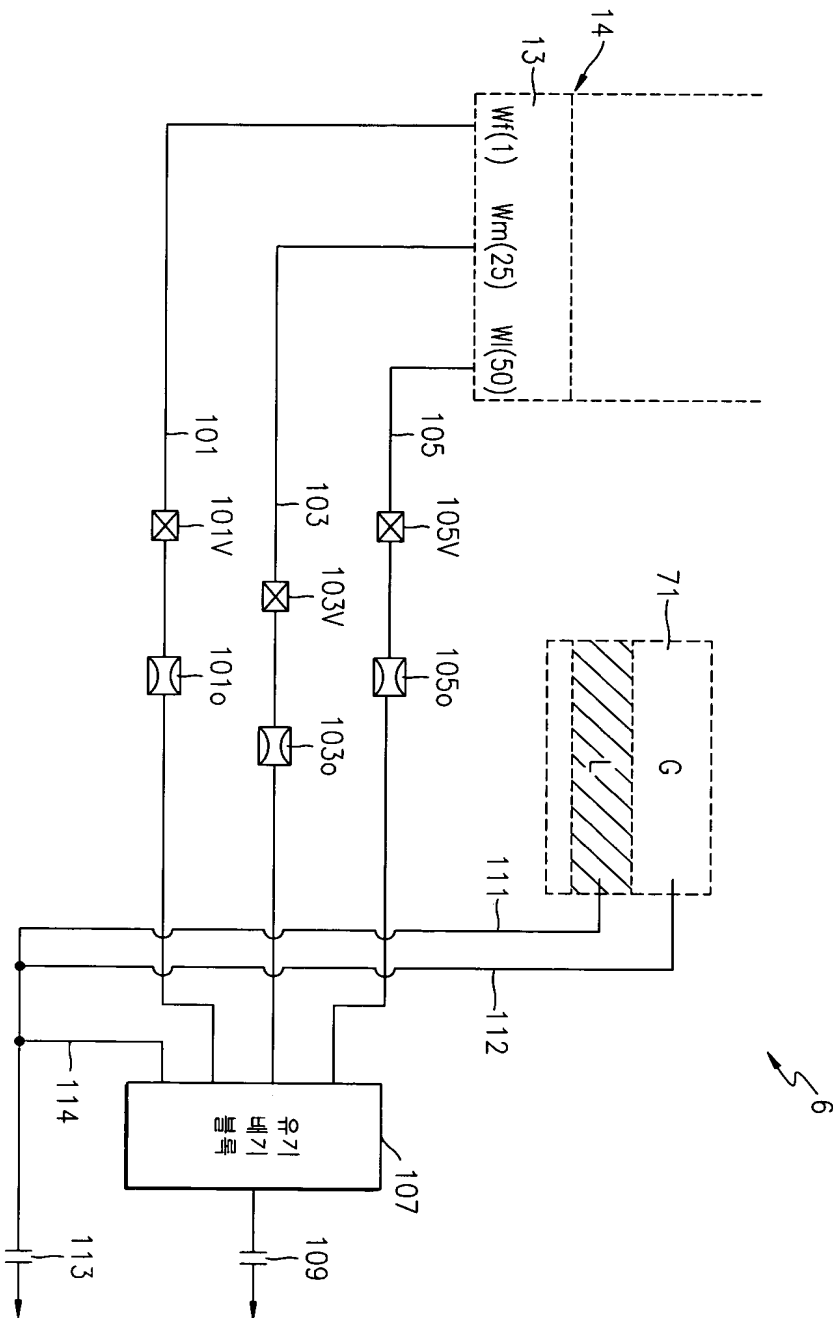




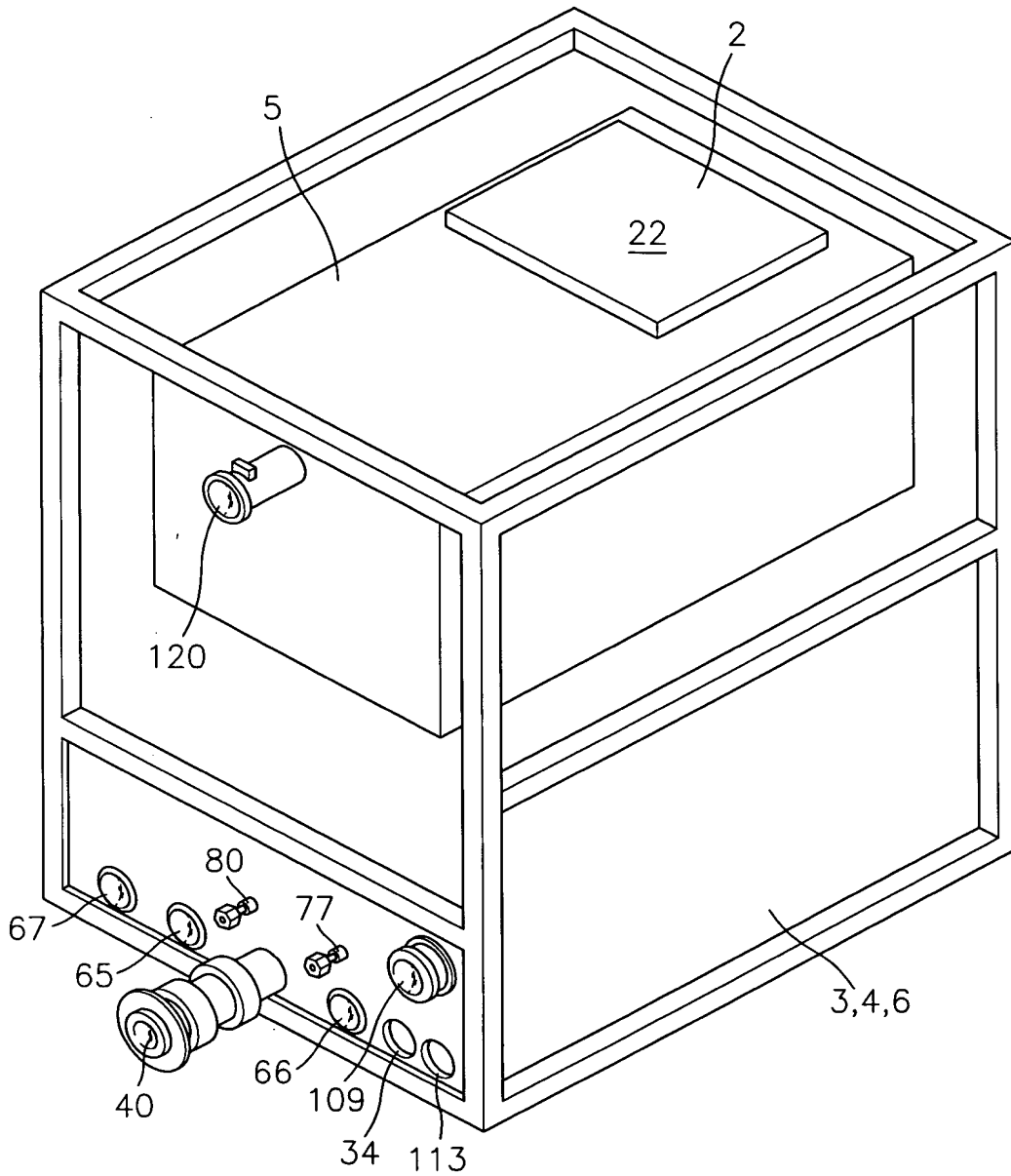
【도 5】



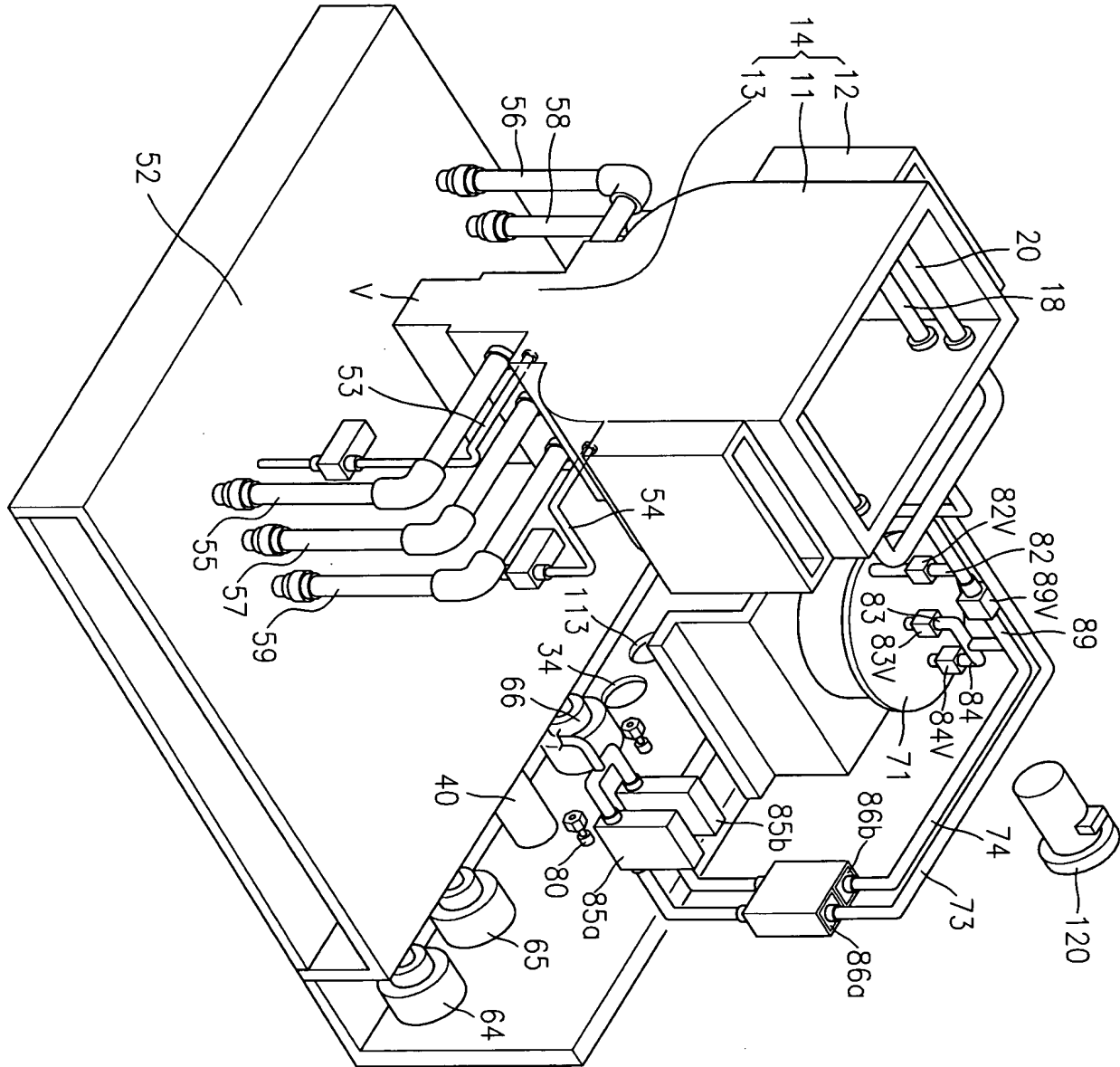
【도 6】



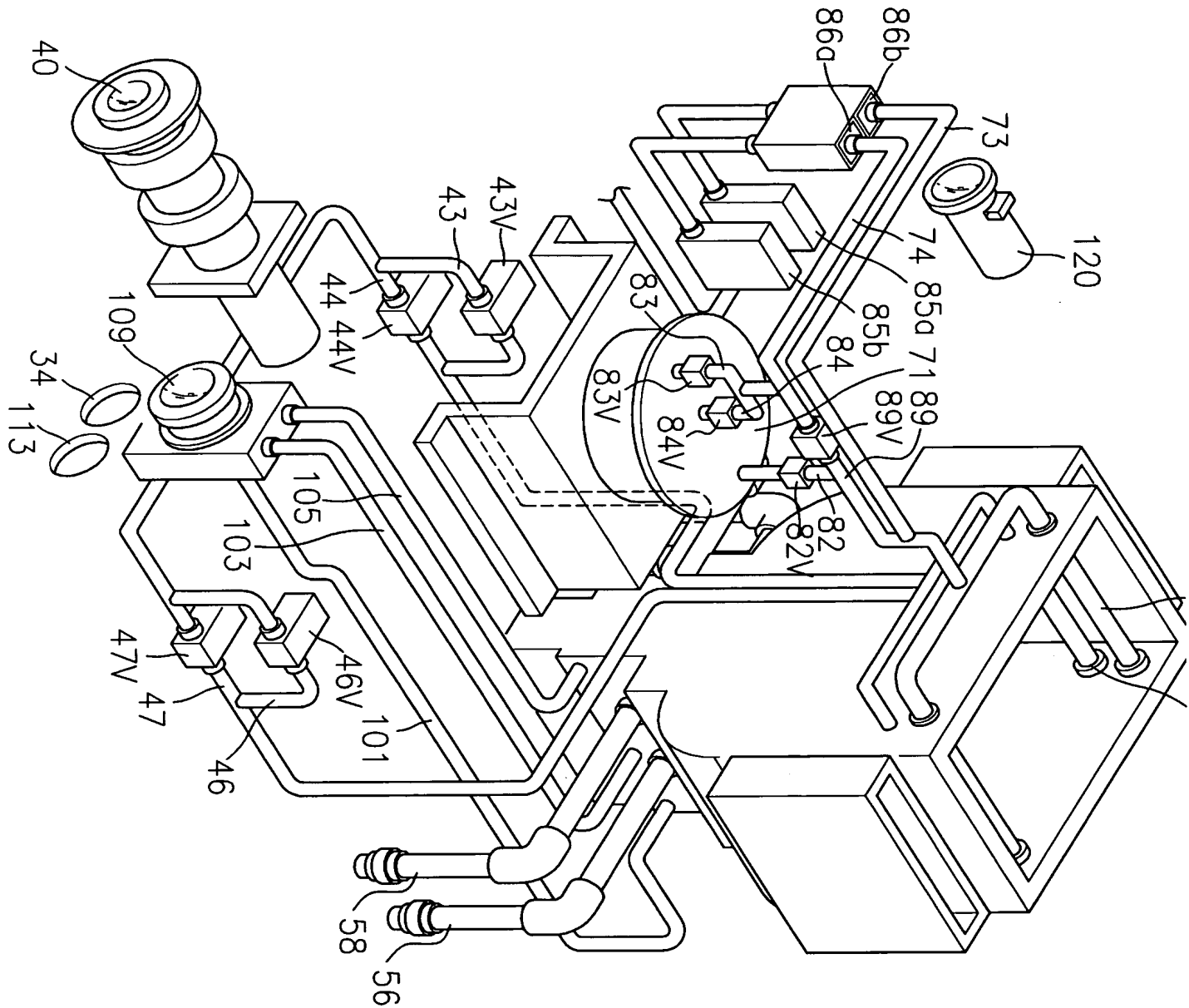
【도 7a】



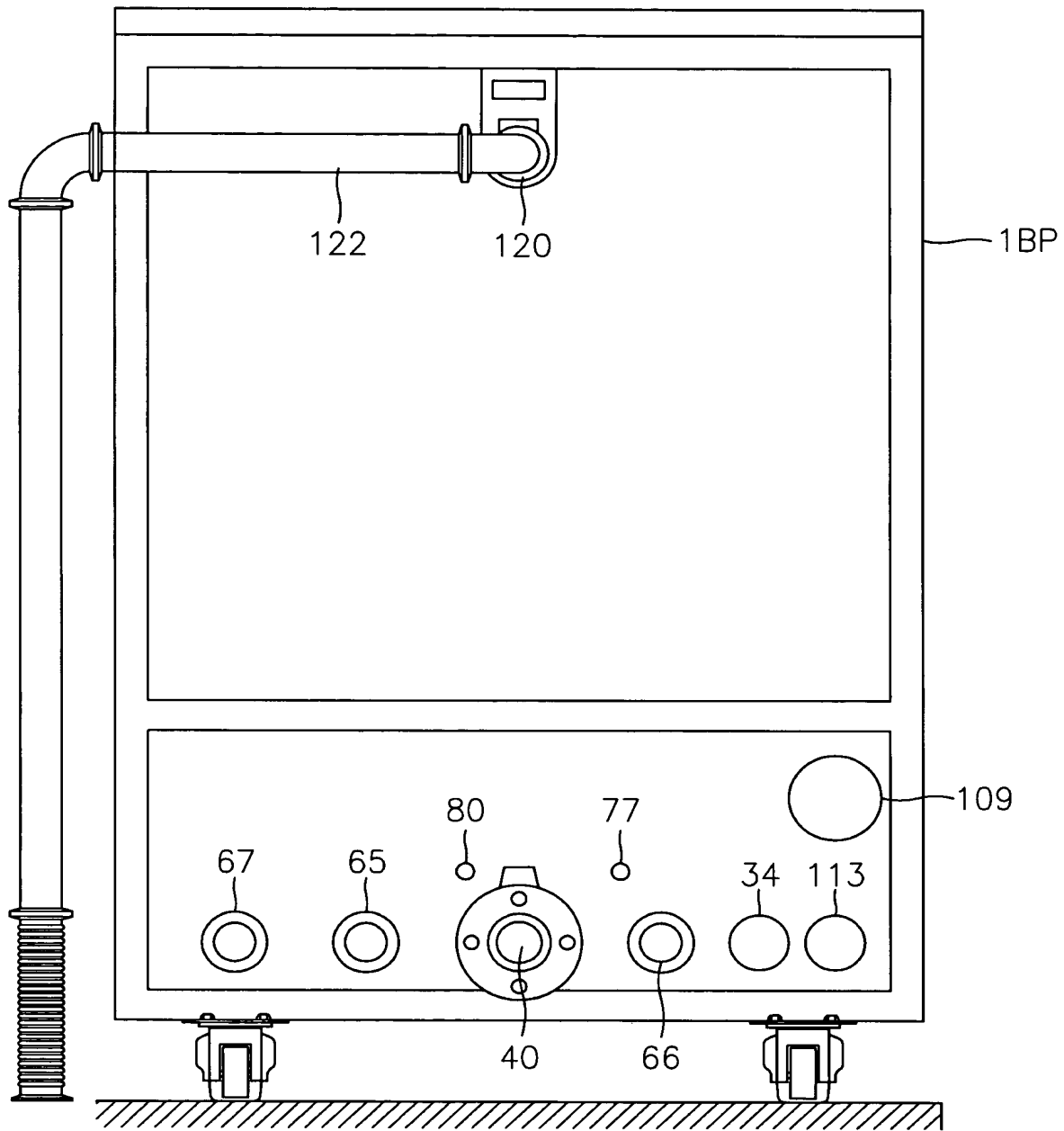
【도 7b】



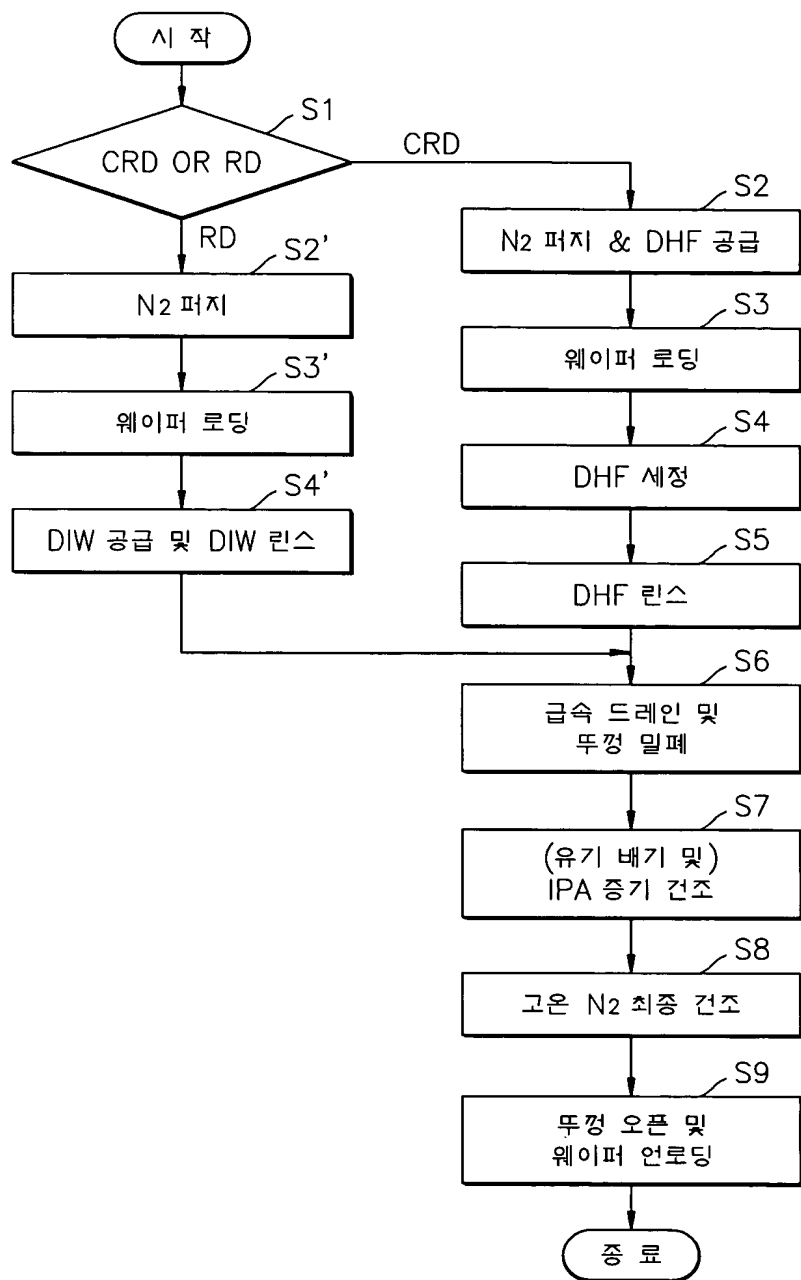
【도 7c】



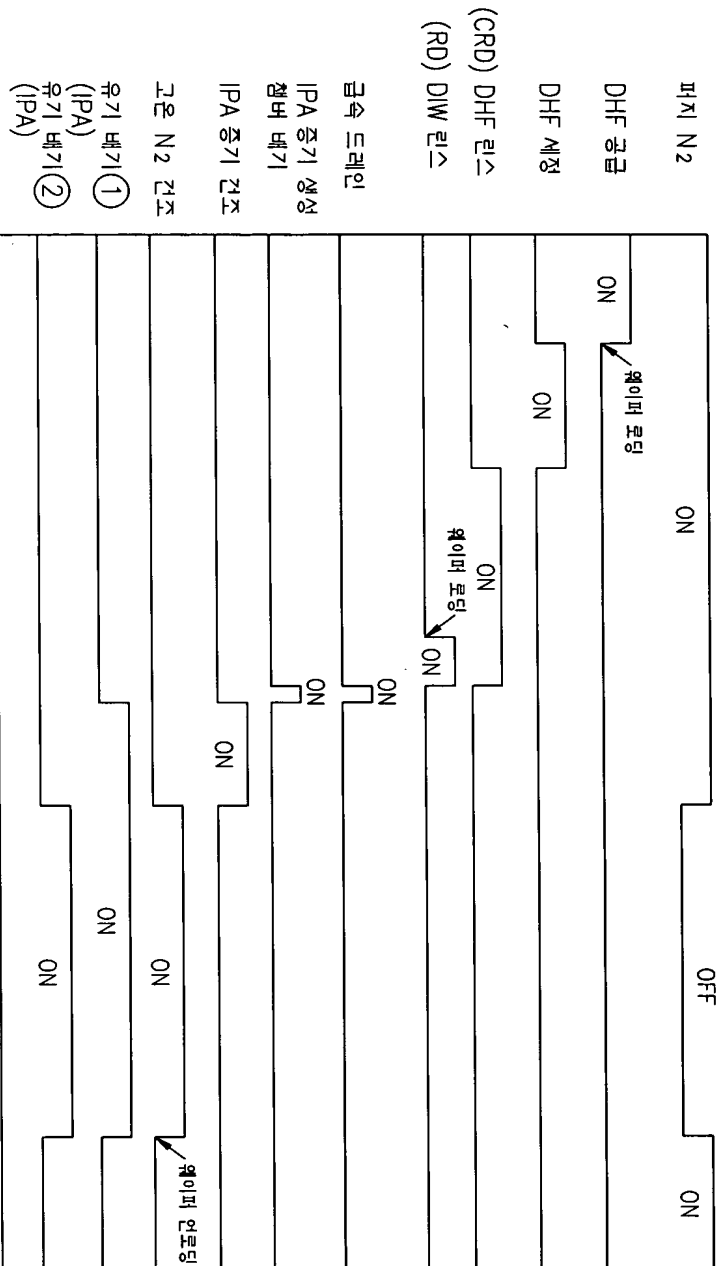
【도 7d】



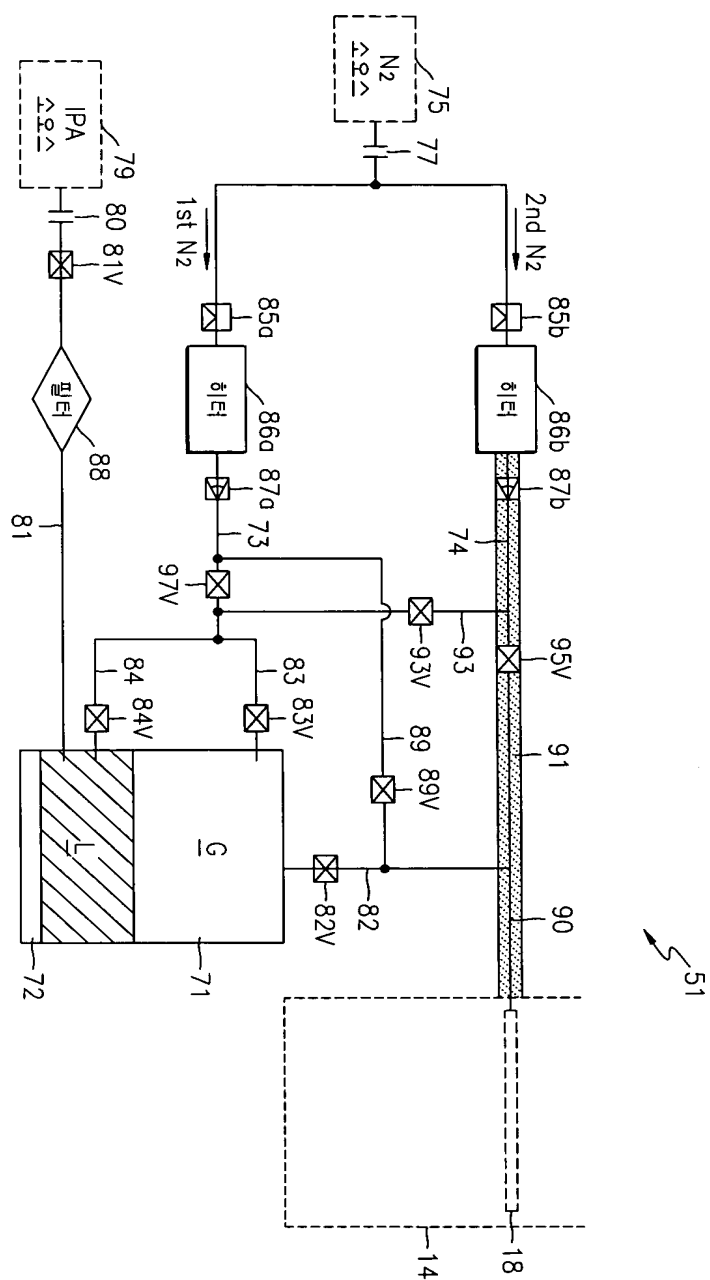
【도 8】



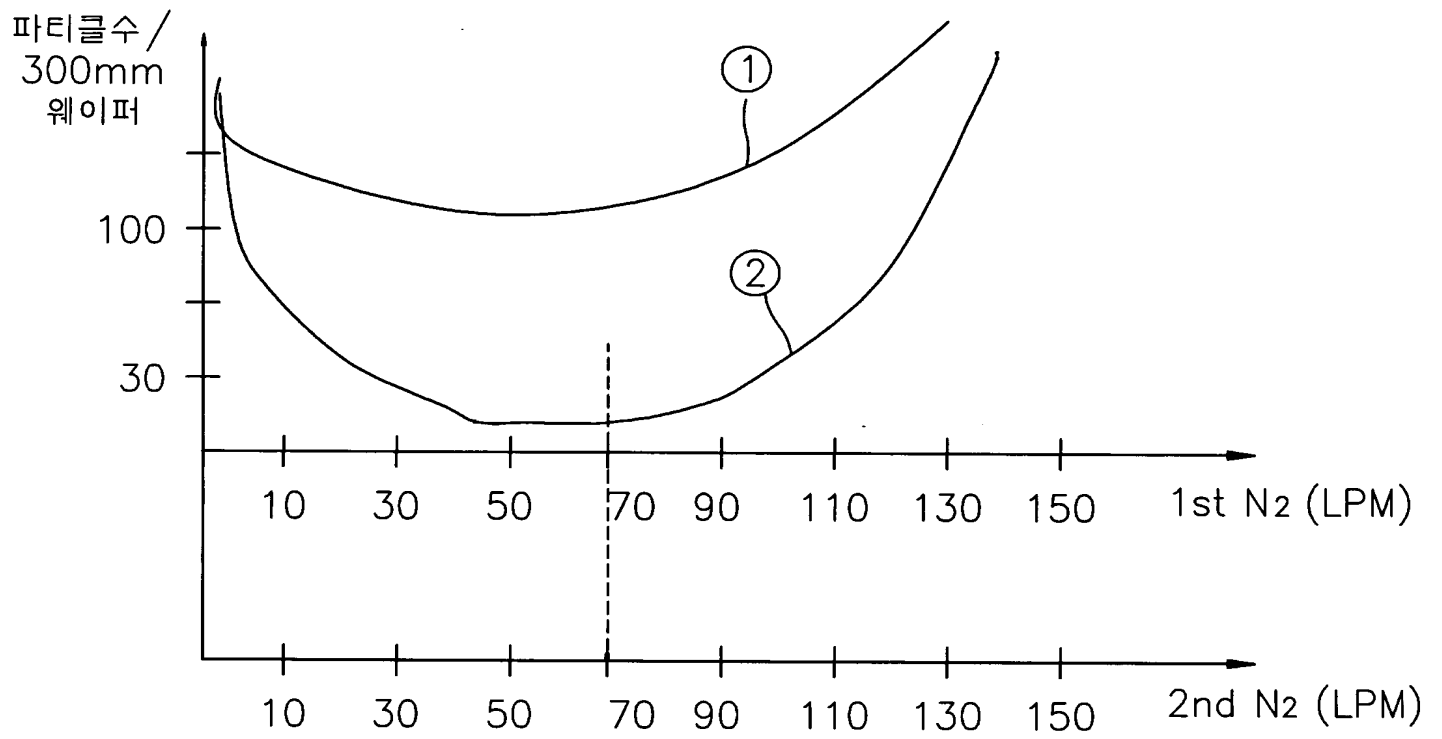
【도 9】



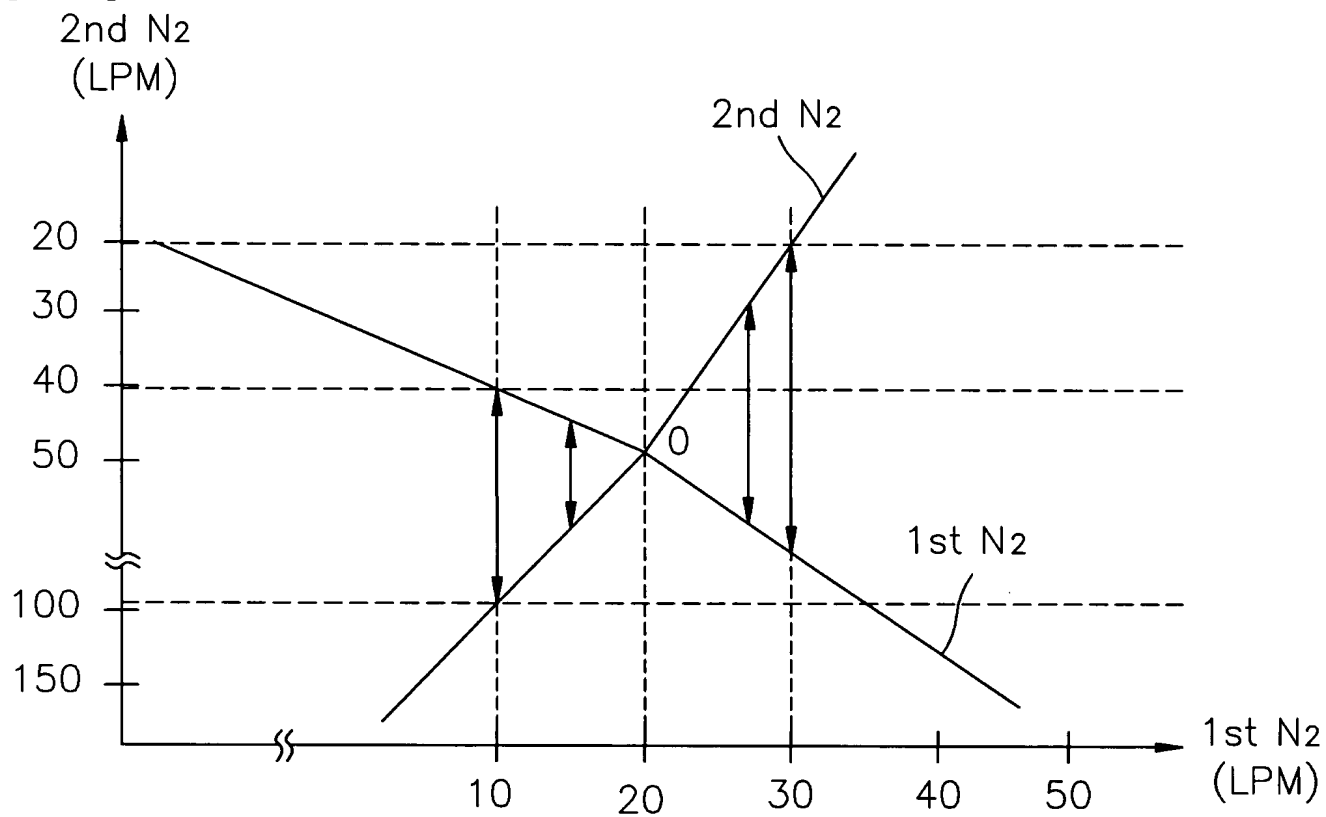
【도 10】



【도 11】



【도 12】



【도 13】

